

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INDICADORES AGROECOLÓGICOS DE SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS  
DE PRODUCCIÓN A CAMPO NATURAL

por

Amparo QUIÑONES DELLEPIANE

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2010

Tesis aprobada por:

Director: \_\_\_\_\_

Ing. Agr. (Ph.D.) Valentín Picasso Risso

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. (Dr.) Pablo Boggiano Otón

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. (Dra.) Fabiana Pezzani Gutiérrez

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Marcelo Pereira Machín

Fecha: 22/12/2010

Autora: \_\_\_\_\_

Amparo Quiñones Dellepiane

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia, especialmente a mi mamá, mis hermanos, mi abuela, y mis sobrinitos, por soportarme, aunque no les quede otra,

a Gastón, por quererme, aunque esté bien loca,

a mis amigos y compañeros (los de la vida y los de facultad), por las alegrías

a Valentín, un tutor como pocos,

a los que asistieron a los talleres, a los que me cedieron su tiempo para las entrevistas y al tribunal, todos ellos son parte fundamental de este trabajo,

a aquellos docentes que hicieron de sus clases un disfrute,

a los funcionarios de biblioteca,

a la AEA y a Peñarol...dos pasiones para toda la vida

Dedicada a mi abuelo Coco..... a los dos nos hubiera gustado terminar este camino juntos

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	3
2.1.1 <u>Ambientalismo</u> .....	3
2.1.2 <u>Desarrollo sustentable</u> .....	6
2.1.3 <u>Agricultura sustentable</u> .....	10
2.1.4 <u>Agroecología</u> .....	17
2.1.5 <u>Servicios ecosistémicos</u> .....	19
2.2 MARCO METODOLÓGICO.....	21
2.2.1 <u>Indicadores</u> .....	21
2.2.2 <u>MESMIS</u> .....	27
2.2.3 <u>Estudios a nivel nacional</u> .....	37
2.3 CAMPO NATURAL Y SISTEMAS PASTORILES.....	44
2.4 COLINAS Y LOMADAS DEL ESTE.....	49
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	55
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	57
4.1 OBJETO DE ESTUDIO.....	57
4.2 SELECCIÓN DE INDICADORES.....	59
4.2.1 <u>Productividad</u> .....	59
4.2.1.1 Altura promedio invernal.....	60
4.2.1.2 Cobertura de gramíneas tiernas y finas.....	72
4.2.2 <u>Estabilidad</u> .....	79
4.2.2.1 Ensuciamiento.....	79
4.2.2.2 Presencia de especies exóticas invasoras.....	83
4.2.2.3 Cobertura de hierbas enanas.....	87
4.2.2.4 Cobertura de suelo.....	88
4.2.2.5 Erosión edáfica.....	91
4.2.2.6 Calidad del agua.....	95
4.2.3 <u>Resiliencia</u> .....	98
4.2.3.1 Largo de raíces.....	99

4.2.4 <u>Confiabilidad/Adaptabilidad</u> .....	101
4.2.4.1 Carga promedio anual.....	101
4.2.4.2 Porcentaje de especies gramíneas estivales.....	114
4.2.4.3 Presencia de gramíneas finas.....	117
4.2.5 <u>Tabla resumen de indicadores</u> .....	119
4.2.6. <u>Relación de la propuesta con los servicios ecosistémicos</u> .....	120
4.3 PASOS A SEGUIR.....	121
4.4 INDICADORES DESCARTADOS.....	122
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	130
6. <u>RESUMEN</u> .....	132
7. <u>SUMMARY</u> .....	133
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	134
9. <u>ANEXOS</u> .....	153

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Distribución de la superficie de pastoreo (%) y uso de la tierra (% del total) en Treinta y Tres, Lavalleja, Cerro Largo, Rocha, Maldonado y Zona Este (total de los 5 departamentos).....	58
2. Indicadores para Treinta y Tres, Lavalleja, Cerro Largo, Rocha, Maldonado y Zona Este.....	59
3. Característica de la pastura y desempeño animal según distintas asignaciones de forraje (%)......	68
4. Niveles de distintos parámetros de calidad de aguas superficiales.....	98
5. Ganancias diarias (kg/día) y productividad (kg carne/ha) obtenidas para los tratamientos sobre campo natural del 4/6 al 2/9.....	107
6. Producción estacional y anual (MS kg/ha) y estimación de capacidad de carga anual (UG/ha) de un campo natural sobre un Argisol de la Unidad Alférez, desde 1992 a 2002.....	108
7. Equivalencias en UG/ha según categoría.....	113
8. Número total de especies gramíneas relevantes: estivales (perennes y anuales) e invernales (perennes y anuales), relación perenne estival /perenne invernal y estival/invernal según región.....	114
9. Contribución % al forraje disponible de la ladera, en tres primaveras consecutivas según frecuencia de pastoreo en Cretácico.....	118
10. Resumen de la propuesta de indicadores.....	119
11. Efecto de la oferta de forraje sobre la cantidad y altura de forraje, y la carga animal ( mayo 2007 a marzo 2008).....	125
12. Número de especies gramíneas perennes y anuales, y porcentaje de anuales, según región.....	129

Figura No.

1. Atributos generales de la agroecosistemas sustentables.....	30
2. El ciclo de evaluación en el Mesmis.....	36
3. Evolución del estado corporal recomendado para vacas y vaquillonas a través del año y altura del pasto de campo natural necesaria para lograrlo.....	67
4. Formas de erosión según posición topográfica.....	95

Gráfica No.

1. Tasas de crecimiento diario promedio mensuales (kg MS /ha/día) y su desviación estándar de un campo natural sobre un Argisol de la Unidad Alférez (1992 a 2002).....	54
2. Asociación entre la altura del tapiz y la disponibilidad de forraje.....	63
3. Producción anual de forraje (kg MS/ha) según alturas de rastrojo (cm).....	65
4. Frecuencia relativa de los tipos productivos en tratamientos con distinta dotación y relación lanar/vacuno.....	75
5. Proporción de suelo desnudo, fracción verde y fracción seco en dos manejos contrastantes del pastoreo en un Argisol de la Unidad Alférez.....	90
6. Evolución de peso y condición corporal de vaquillonas pastoreando campo natural a diferentes cargas con sistema de pastoreo continuo.....	105
7. Evolución de peso y condición corporal de vaquillonas pastoreando campo natural a diferentes cargas con sistema de pastoreo rotativo.....	106
8. Influencia de la presión de pastoreo en la ganancia por animal y por hectárea.....	109
9. Evolución de la capacidad de carga y porcentaje de destete (del año siguiente) en suelo Cristalino entre 1984 y 1997.....	110

10. Capacidad de carga anual sobre un Argisol de la Unidad Alférez.....	111
11. Relación entre oferta de forraje y ganancia de peso de vacunos en pastoreo de campo natural en experimentos de ROU y RGS (Brasil).....	122
12. Evolución de la cantidad de forraje en alta y baja oferta (media aritmética $\pm$ desvió estándar).....	124
13. Evolución de la CC según oferta de forraje o grupo genético.....	125

Mapa No.

1. Sectores geomorfológicos de Uruguay.....	52
2. Grupos de suelos más importantes del Uruguay.....	53
3. Interpretación de la carta de erosión antrópica.....	93

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción ganadera a cielo abierto es una de las actividades agropecuarias tradicionales de Uruguay. Su importancia se refleja tanto en los 41.136 productores como en las 12,256 millones de hectáreas que ocupa la ganadería (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2010). La base alimenticia de este rubro es el campo natural, comprendiendo más del 70% de la superficie del territorio nacional (Altesor et al., 2005).

Además de los beneficios económicos derivados de la comercialización de carne y lana, el campo natural proporciona una serie de servicios ecosistémicos: protege al suelo de la erosión, evita la contaminación de cursos de agua superficiales con partículas en suspensión, favorece la percolación a napas de agua profundas, es fuente de biodiversidad y hábitat de fauna nativa (Boggiano, 2003). También contribuye a mantener la composición de la atmósfera mediante el secuestro de carbono y la reducción de las emisiones de óxido nitroso, regula el intercambio de energía entre la superficie y la atmósfera y contribuye al ciclado de nutrientes (Altesor, 2002).

Según Millot et al. (1987) los pastoreos excesivos y la roturación con fines agrícolas provocaron problemas como pérdida de especies vegetales, erosión edáfica y ocupación por especies introducidas (gramilla); todo ello compromete la conservación del ecosistema pastoril.

Visto que la base forrajera de los sistemas ganaderos se encuentra amenazada es cuestionable la sustentabilidad de los mismos.

Existe a nivel nacional un gran cúmulo de información acerca del campo natural, dado el interés que ha suscitado en distintas instituciones como Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) e Instituto Plan Agropecuario (IPA). Las investigaciones realizadas por dichas instituciones han obtenido resultados en cuanto a productividad, manejo agronómico, diversidad de especies, especies indicadoras y estado de degradación.

En este trabajo se toma como hipótesis que es posible sintetizar e integrar parte de esta valiosa información en un conjunto de indicadores sencillos y prácticos que puedan ser utilizados por técnicos y productores.

El objetivo es la construcción de indicadores agroecológicos (o biofísicos) de sustentabilidad para el campo natural. Este paso se entiende como el primero de un proceso que necesariamente tendrá que pasar por la etapa de campo y posteriores ajustes.

A nivel nacional se han hecho esfuerzos por proponer y llevar adelante evaluaciones de sustentabilidad de los sistemas, como ejemplo pueden mencionarse el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de Actividades Rurales (EIAR, Proyecto de Producción Responsable, PPR-MGAP), la consultoría del Grupo Zoom (2008) del IPA-MGAP-INIA-UdelaR, y recientemente el concurso organizado por el IPA en 2009, “Valorizando lo nuestro: la gente y las pasturas naturales”. Si bien estos antecedentes se centraron en indicadores globales de sustentabilidad, se cree que son perfectibles a nivel biofísico.

Si bien se aborda sólo la dimensión biofísica se entiende que la evaluación de los sistemas agrícolas necesariamente debe enmarcarse en el enfoque agroecológico. Se toma como referencia a Gliessman (2001) que define a la agroecología como “*la aplicación de conceptos y principios ecológicos en el diseño de agroecosistemas sustentables*”. Y proporciona el conocimiento y la metodología para desarrollar una agricultura ambientalmente amigable, altamente productiva y económicamente viable

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un conjunto de indicadores agroecológicos de sustentabilidad de sistemas con base a campo natural.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proponer una serie de indicadores agroecológicos que reflejen la sustentabilidad de sistemas con base a campo natural.
- Asignar umbrales o valores de referencia para la zona de Colinas y Lomadas del Este.
- Sugerir una metodología de medición para estos indicadores.

Esta tesis se propone ser un punto de partida para una etapa posterior de validación, la cual determine la validez, robustez y practicidad de los indicadores construidos.

A su vez busca fomentar la discusión de la importancia del campo natural como recurso, aunar o contemplar distintas formas de abordar el estudio de este ecosistema.

Por último debe aclararse que la propuesta se centra en los predios, es a ellos que investigación se dirige, para ser un soporte en la toma de decisiones.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

En las secciones 2.1.1 a 2.1.5 se abordan distintos tópicos que si bien no se relacionan directamente con la temática de campo natural, conceptualizan el abordaje de esta propuesta. Se contempla desde el surgimiento moderno de la preocupación por el ambiente, la hegemonización de los conceptos de desarrollo sustentable y agricultura sustentable, la agroecología como forma de concretar la sustentabilidad y la importancia de los servicios ecosistémicos.

#### 2.1.1 Ambientalismo

El siglo XX se caracterizó por transformaciones profundas sobre el ambiente, tanto en calidad como en cantidad; los efectos sobre el medio ambiente pasaron de regionales a globales (como la disminución de la capa de ozono) y debido al avance de la industria química muchos de los impactos creados son de largo plazo (Foladori y Tommasino, 2000).

El crecimiento de la economía mundial durante los cincuenta y sesenta tuvo sus efectos perjudiciales sobre el medio ambiente; el “desarrollo” contrariamente a lo planteado no resolvió las inequidades sociales, ni tuvo en cuenta el equilibrio con la naturaleza (Foladori y Tommasino, 2000). Como respuesta surgieron distintos movimientos ambientalistas, que ampliaron la discusión de los movimientos pacifistas al manejo tecnológico y al uso económico-social de los recursos naturales. Estos movimientos confluyeron a mediados de los ´80 en el enfoque del desarrollo sustentable (Pierri, 2001).

El ambientalismo contemporáneo son las ideas y movimientos surgidos en defensa del ambiente a partir de la segunda mitad del siglo XX. Está ligado a corrientes de pensamiento del siglo XIX; la crítica naturalista al daño ambiental producto de la Revolución Industrial y la crítica social contra los efectos negativos de la industrialización y la colonización.

Las décadas de 1960 y 1970 fueron claves para la generalización del debate ambiental, en los terrenos científicos y políticos. Es en ese período que se publican una serie de investigaciones denunciando la crisis ambiental. Se caracterizaron por el tono catastrofista, anunciando un pronto colapso mundial, lo que derivó en las propuestas del crecimiento cero, económico y poblacional. En paralelo, se celebraron conferencias y convenciones de la ONU (Organización de Naciones Unidas), se crearon instituciones internacionales específicas, y en algunos países se aprobaron leyes ambientales y organismos estatales. En 1972 se dimensionó a nivel político internacional el tema

ambiental, en la Conferencia Mundial sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo.

En la expansión del movimiento ambientalista tuvieron un rol protagónico las organizaciones no gubernamentales.

Existen tres grandes corrientes del ambientalismo contemporáneo que se describen a continuación.

La corriente ecologista conservacionista se identifica con la economía ecológica. A partir del inicio de la discusión ambiental, en 1960, esta corriente analiza los límites físicos del crecimiento y propone el crecimiento económico y poblacional cero; de lo contrario se produciría una catástrofe ecológica y humana en el correr del siglo XXI. El informe “Los límites del crecimiento” de 1972 divulgado por el Club de Roma fue el de mayor repercusión y representa esta corriente.

Esta visión analiza el problema ambiental de forma global, con una visión ecocentrista. Otorga responsabilidades a la presión impuesta por el aumento demográfico sobre los recursos naturales; contraponiendo sociedad y naturaleza, crecimiento y conservación (Pierri, 2001).

La economía ecológica se basa en la premisa que el capital natural brinda una serie de servicios útiles que complementan el capital manufacturado. Este capital natural debe ser restaurado, conservado y/o aumentada su rentabilidad mediante la inversión (Olascuaga, 2009).

El economista ecológico Daly (1977) plantea que en sus dimensiones físicas, la economía es un sistema abierto del ecosistema terrestre que es finito no creciente y materialmente cerrado. Cuando el subsistema económico crece, incorpora una proporción cada vez mayor del ecosistema total, teniendo su límite en el 100%. Por lo tanto el crecimiento no es sostenible.

La economía ecológica, al intentar explicar el sistema económico a partir de leyes físicas (las de la termodinámica) tiende a admitir que las posibles soluciones para la crisis ambiental son fundamentalmente técnicas (de Souza Lima, 2004).

La corriente ambientalista moderada, propone que el crecimiento económico debe estar enmarcado por los límites naturales y márgenes de conservación (Pierri, 2001). El capital natural es en algún punto sustituible por el capital manufacturado. El crecimiento económico se plantea como la solución para la pobreza y para los problemas ambientales (Olascuaga, 2009).

La declaración de la ONU de Estocolmo (1972) representa al ambientalismo moderado, y es el primer antecedente de la formulación del objetivo del desarrollo sustentable. Con una visión antropocentrista, asumió el cuidado de la naturaleza no como un fin en sí mismo, sino como una vía de lograr el desarrollo social. Se propusieron como herramientas para solucionar los problemas las tecnologías limpias en los países desarrollados, la transferencia de recursos financieros y técnicos para el Tercer Mundo, junto con políticas para el control de la población. El crecimiento se vislumbró necesario para afrontar la lucha contra la pobreza, si bien aceptó los límites físicos del crecimiento no se hace eco de los planteos catastrofistas (Pierri, 2001).

En esa instancia se proclamó *“el derecho de los seres humanos a un medio ambiente sano y el deber de protegerlo y mejorarlo para las futuras generaciones”* (Foladori y Tommasino, 2000).

La relación de la economía ambiental con los recursos naturales se apoya en el principio de la escasez, que clasifica como “bien económico” el recurso que esté en situación de escasez. Se reducen las múltiples dimensiones de los recursos naturales a una única dimensión: el mercado. Siendo así la economía ambiental termina dando ventaja económica para los contaminadores que tuvieran condiciones de pagar por sus estragos (de Souza Lima, 2004).

La corriente humanística crítica, surgió de movimientos anarquistas y socialistas.

Esta corriente defiende la mejora en la calidad de vida de las mayorías con un uso responsable de los recursos naturales; se basa en un cambio social radical. Existen dos subcorrientes: la anarquista y la marxista. La anarquista surge a partir de las ideas setentistas del ecodesarrollo, se sustenta en la ecología social y en parte de la economía ecológica. Promueve una “sociedad ecológica”, donde primen los valores comunitarios, reduciendo así el mercado y la dominación estatal (Pierri, 2001).

El humanismo crítico en los setenta se expresó como ecodesarrollo, idea generada en reuniones internacionales en las que participaron los países pobres (Pierri, 2001). La idea central es la satisfacción de las necesidades básicas, solidaridad con las generaciones futuras, participación popular, preservación de los recursos naturales y medio ambiente en general, garantía de empleo, educación y salud y respeto a todas las culturas, programas de educación, y defensa de la separación de los países centrales y periféricos para garantizar el desarrollo de los segundos. No concuerda con la visión catastrofista, acepta el crecimiento económico para el desarrollo, priorizando los

países pobres. También dentro del humanismo crítico se halla el “Modelo Mundial Latinoamericano” (1971) propuesto por la Fundación Bariloche, su planteo es más profundo que el ecodesarrollo, por cuestionar las bases económicas y políticas de la sociedad (Foladori y Tommasino, 2000).

Para la subcorriente marxista el problema ambiental surge de la forma de organización social del trabajo. El sistema capitalista es intrínsecamente expansionista, la contaminación es una consecuencia del uso de los recursos. La degradación del ambiente puede encontrar soluciones técnicas, pero la desocupación y desigualdad son condiciones necesarias para que prosperen las relaciones capitalistas. La solución se encuentra en un cambio en la forma de organización social del trabajo, basada en la propiedad social de los medios de producción, naturales y artificiales, para la satisfacción de las necesidades de la sociedad en su conjunto, logrando un uso responsable de los mismos (Foladori, citado por Pierri, 2001).

Dentro de las corrientes de pensamiento de los setenta también se identifican los tecnócratas optimistas, cornucopianos, que manifiestan que la naturaleza era una fuente inagotable y que el mercado era un eficaz regulador del uso de los recursos (Foladori y Tommasino, 2000).

### 2.1.2 Desarrollo sustentable

Existen diferentes definiciones de Desarrollo Sustentable o Sostenible, entre las que podemos citar:

*“El desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”* (CMMAD, Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987).

*“El desarrollo sustentable tiene como objetivos fundamentales: 1) aumentar el nivel de prosperidad y bienestar de los individuos y las comunidades, a través de un proceso de desarrollo económico que no vaya en detrimento del bienestar de la generaciones futuras; 2) debe promover la equidad dentro de las generaciones y entre estas; 3) reconocer la dimensión mundial 4) proteger la diversidad biológica y conservar los procesos y sistemas ecológicos”* (International Union for Conservation of Nature, IUCN, 1990).

*“El manejo y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, de tal manera que asegure la continuidad de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras”* (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, 1991).

*“Un proceso de cambio e incremento de las oportunidades de la sociedad, compatibilizando, en el tiempo y en el espacio, el crecimiento y la eficiencia económica, la conservación ambiental, la calidad de vida y la equidad social, partiendo de un claro compromiso con el futuro y la solidaridad entre generaciones” (Buarque, citado por Olascuaga, 2009)*

Entre las distintas propuestas expuestas en el capítulo 2.1.1 y la hegemonización del concepto de desarrollo sustentable mediaron una serie de catástrofes ecológicas importantes (ej: 1984: Union Carbide, 1986: Chernobyl), crisis energética (1973 a 1981: aumento significativo del precio del petróleo) y crisis del sistema capitalista (falta de inversiones, desocupación, baja salarial, inflación). También se publicaron el 1980, el Informe Brandt (de la Comisión Brandt de la ONU) que revitalizó el mutualismo internacional, y destacó la importancia del crecimiento de la economía, y la Estrategia Mundial para la Conservación de la IUCN, que destaca como desarrollo y conservación son dependientes (Pierri, 2001).

Desde 1987, cuando la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) publicó el Informe Brundtland o Nuestro Futuro Común las comunidades académicas, científicas, y políticas han centrado su atención en el concepto de “desarrollo sustentable”; siendo común el uso de los términos “sustentabilidad”, “uso sustentable de los recursos naturales” y “balance ecológico” (Yunlong y Smit, 1994)

El Informe Brundtland parte de la premisa que desarrollo y medio ambiente están ligados, tiene una visión antropocentrista, siendo importante la limitación que el deterioro de los recursos naturales causa en el desarrollo. También entiende la pobreza como causa y efecto del desgaste ambiental, por ende es necesario el crecimiento económico para disminuir la pobreza y para posibilitar inversiones en tecnologías que mermen el impacto ambiental. Para que este crecimiento sea efectivo, es necesario que sea acompañado por equidad social, que a su vez es garantizada por la participación de la ciudadanía y el aumento de la democracia a nivel internacional. Complementariamente sugiere control demográfico, contemplando el potencial productivo de los ecosistemas. Los límites del crecimiento son impuestos por el nivel tecnológico y la organización social, además de los límites físicos (Pierri, 2001).

El desarrollo sustentable implica un cambio respecto al pensamiento ambientalista, ya que se basa en objetivos económicos y sociales, y no se basa exclusivamente en la salud ambiental (Adams, citado por Pierri, 2001).

Este informe marca la hegemonización de la concepción del ambientalismo moderado a nivel político y a nivel de población (Pierri, 2001).

Posteriormente se generó una instancia para la articulación global del desarrollo sustentable, con compromisos jurídicos vinculantes de los gobiernos, con definición de plazos y recursos. Esta instancia, fue la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro 1992, organizada por la CMMAD. La que no prosperó, puesto que los países desarrollados no asumieron sus responsabilidades en el deterioro ambiental, no se vieron dispuestos a promover el desarrollo de los países pobres y pretendieron limitar el uso de sus recursos por parte de los países pobres, al declararlos patrimonio universal. En esta instancia se revelaron los límites sociales para construir el desarrollo sustentable (Pierri, 2001).

Una vez que aceptaron como válida la concepción del desarrollo sustentable, las corrientes ambientalistas se adaptan a este nuevo objetivo. El ambientalismo moderado y los ecologistas conservacionistas se centraron en la sustentabilidad económica-ecológica; la pobreza es incluida en cuanto generadora de deterioro ambiental. No abordan el problema político, se centran en cuestiones técnicas.

El humanismo crítico prioriza la sustentabilidad social, explorando cómo debe efectuarse el uso de los recursos naturales para concretar los objetivos sociales, para ello entiende necesario una transformación radical de la sociedad (Pierri, 2001).

### Corrientes

En la década de 1990 el concepto de desarrollo sustentable se difundió ampliamente, y fue adoptado en los discursos de las estructuras políticas, sociales, sindicales, y académicas, presentándose como una solución “mágica” que mejora la calidad de vida (Achkar, 2005). Y si bien el desarrollo en sí mismo es un concepto vago, con muchas acepciones y que ha ido evolucionando (Lelé, Barbier, citados por Foladori y Tommasino, 2000) el desarrollo sustentable afirma que ciertos objetivos del desarrollo no pueden seguir a largo plazo, porque de continuar se destruirían las bases ecológicas de la tierra; el desarrollo debe tornarse ecológica y socialmente sustentable (Harbort, citado por Foladori y Tommasino, 2000).

El carácter laxo del término hace que se definan distintos grados de desarrollo sustentable, de acuerdo a las posturas filosóficas y teorías económicas en las que se basan. Pierri (2001) reconoce:

- muy débil: representa la teoría económica neoclásica “cornucopiana”, defiende a ultranza el crecimiento. Manifiesta que el capital natural y el manufacturado son sustituibles, siendo el objetivo aumentar el capital total.
- débil: propuesta por la economía neoclásica ambiental reconoce que la sustituibilidad entre el capital natural y manufacturado no es total, y por tanto asume que debe conservarse cierto capital natural.
- fuerte: identificada con la economía ecológica (aunque no en su formulación ortodoxa), propone mantener el capital natural crítico (necesarios para mantener los sistemas que soportan la vida), aceptando cierto grado de sustitución del capital natural no crítico por el manufacturado.
- muy fuerte: se identifica con la economía ecológica que niega el crecimiento como camino hacia el desarrollo sustentable y plantea la complementariedad entre el capital natural y el manufacturado, por lo que el capital natural debe ser conservado y repuesto; representa al ecocentrismo.

Se denota que estas posturas varían en cuanto a la importancia que le confieren a las relaciones técnicas, solapando el problema social y político; la pobreza se aborda por su influencia en el deterioro ambiental (Pierri, 2001).

Por su parte la corriente humanista crítica (ecología social y marxismo) se centra en la sustentabilidad social, y en los cambios necesarios para llegar a una sociedad nueva. Otra forma de abordar las posiciones sobre el desarrollo sustentable son las expuestas por Foladori y Tommasino (2000):

- sustentabilidad exclusivamente ecológica: los problemas ambientales se limitan a la depredación y contaminación del medio abiótico y del resto de los seres vivos.
- sustentabilidad social limitada: la sustentabilidad social se concibe como un vehículo para alcanzar la sustentabilidad ecológica. Abordan el tema de la pobreza en la medida que provoca insustentabilidad ecológica, no se cuestionan las relaciones sociales que generan pobreza, sí las relaciones técnicas de los pobres y sus consecuencias en al ambiente. Esta es la posición oficial del tema, difundida por la ONU, Banco Mundial y el World Watch Institute. Para los que el desarrollo sustentable abarca la degradación ambiental, los métodos ambientalmente amigables y los procesos de desarrollo participativos (Lelé, citado por Foladori y Tommasino, 2000).

Para ambos grupos la problemática ambiental es técnica, por ende las soluciones parten de tecnologías limpias.

- coevolución sociedad–naturaleza: la sustentabilidad debe ser realmente ecológica y social. La noción de ambiente no comprende sólo el ambiente abiótico y los demás seres vivos, los seres humanos son parte del medio ambiente. Por lo que los problemas sociales pueden ocasionar insustentabilidad, se centran en las causas que generan pobreza, desempleo, hambre, y no únicamente en las consecuencias de la pobreza sobre el ambiente. La cuestión ambiental se aborda tanto desde la perspectiva técnica como desde las relaciones sociales.

Para Olascuaga (2009) el desarrollo sustentable es un concepto en construcción y el hecho que se aborde desde distintas visiones enriquece la discusión.

La evolución del concepto se asocia a la necesidad de ajustar los patrones dominantes de desarrollo, producto de los graves problemas ambientales que ocasionó la expansión del capitalismo en todas las esferas de la economía (Foladori, citado por Oyhantçabal, 2010). Muchos de los cuales fueron generados por actividades agrícolas, por tanto es lógico e inexorable conectar las metas del desarrollo sustentable con las de la agricultura sustentable (Yunlong y Smith, 1994).

### 2.1.3 Agricultura sustentable

En términos generales es la agricultura que no perjudica la base de recursos naturales, y a su vez asegura que las necesidades básicas de productores y consumidores a largo plazo sean satisfechas (Smit y Smithers, citados por Yunlong y Smit, 1994).

Los productos de la agricultura, comida y fibra, son parte de las necesidades básicas de la humanidad. Pero las prácticas agrícolas han modificado profundamente grandes extensiones del ambiente natural.

Luego de la segunda guerra mundial se adoptó el modelo tecnológico conocido como “Revolución Verde”, que implicó una profunda transformación en la forma de producir alimentos. La meta era subsanar los problemas de pobreza y hambre, que se entendían como consecuencia de niveles insuficientes de producción (Chiappe y Piñeiro 1998, Gliessman 2001).

Éste modelo se adoptó en los países industrializados y en los de bajo nivel de industrialización; y se basó en dos objetivos que se relacionan: la maximización de la producción y el aumento del lucro.

La forma de aumentar la producción fue a través del aumento en los rendimientos y en la incorporación de nuevas áreas; no sólo utilizando áreas marginales, sino también en muchos casos ha desmantelado ecosistemas valiosos.

Las prácticas básicas de la agricultura moderna son: cultivo intensivo del suelo, monocultivo, irrigación, aplicación de fertilizantes inorgánicos, control químico de plagas, manipulación genética de plantas, el uso intensivo de capital, la gran escala, la alta mecanización y la producción animal intensiva (Knorr y Watkins, citados por Hansen 1996, Gliessman 2001).

Éstas prácticas son utilizadas como un conjunto, cada una conectada con la anterior, formando un sistema con su propia lógica (Gliessman, 2001). La clave se encuentra en la centralización, dependencia, dominio de la naturaleza, especialización y explotación (Beus y Dunlap, citados por Hansen, 1996).

A partir de la década de 1960 la Revolución Verde comenzó a producir impactos socio-ambientales; la degradación y la polución aumentaron, también la pobreza en los países del sur y en particular en las regiones rurales (Tommasino, 2006). La consecuencia de la aplicación masiva de ese “paquete” mina la base sobre la que se sustenta la producción agrícola; deteriora las condiciones que la posibilitan (Gliessman, 2001).

Muchos procesos ecológicos globales de los que depende la agricultura son alterados, y las condiciones sociales que conducen a la conservación de los recursos son debilitados. Todas las prácticas de la agricultura convencional comprometen la productividad del futuro. A continuación se enumeran algunas de los principales problemas generados por la aplicación sistemática de las prácticas de la agricultura convencional (Gliessman, 2001):

- Degradación del suelo: involucra salinización, inundación, compactación, contaminación por agrotóxicos, pérdida de la estructura, disminución de la fertilidad y erosión.
- Agua: con el fin de satisfacer las demandas de riego en muchos lugares el agua se está extrayendo a tasas mayores de recarga de los acuíferos y los ríos están siendo drenados en detrimento de los ecosistemas acuáticos y ribereños.
- Polución ambiental: la aplicación regular y masiva de agroquímicos generan problemas de salud a los trabajadores agrícolas, muerte de insectos benéficos y animales salvajes, y contaminan las napas de agua profundas.

- Dependencia de insumos externos: la agricultura convencional es dependiente de insumos externos al predio; desde semillas híbridas, maquinaria, agroquímicos, combustibles; muchos de los cuales son generados por recursos finitos. Además esta dependencia excluye a muchos productores, dejando regiones y países vulnerables a la falta de abastecimiento, fluctuaciones de mercado y aumento de precios.

- Pérdida de la diversidad genética: a lo largo de la mayor parte de la historia agrícola de la humanidad se aumentó la diversidad genética de las plantas cultivadas; a través del cruzamiento de plantas, la selección de variedades y la domesticación de especies silvestres. Pero la agricultura moderna he reducido y uniformizado el acervo genético de las plantas cultivadas; producto de la gran adopción que tiene las variedades de alto rendimiento o con características deseables. Esta uniformidad conlleva problemas de resistencia de plagas y aumento de susceptibilidad al clima. Es importante que los agricultores valoren y conserven las variedades locales de semillas y se promueva su uso.

- Pérdida del control local sobre la población: un proceso que acompaña la forma de producción dominante es el descenso de unidades productivas y de productores; perdiendo las poblaciones locales el control de la producción de alimentos. Esta agricultura de gran escala, que replica en países en desarrollo tecnologías que se desarrollan en países más avanzados, y genera como productos commodities que son exportados, alejando a las comunidades locales del control de la producción de alimentos.

- Desigualdad a escala global: a pesar del aumento en la cantidad de alimento la hambruna es un fenómeno latente en muchos países, y se acrecienta la brecha entre los ingresos de los ricos y pobres.

Por todo lo anterior, se puede concluir que la forma de producir predominante en la actualidad no sería suficiente para satisfacer la demanda de alimentos del futuro. Es por ello que se ha generalizado la idea que es preciso un cambio radical en la forma de producir.

El origen del término agricultura sustentable se remonta a Newton, John Locke, Thomas Jefferson y Charles Darwin (Harwood, citado por Yunlong y Smit, 1994); inclusive a Asia antigua (King, citado por Yunlong y Smit, 1994). El movimiento moderno de la agricultura sustentable surge en EEUU, Canadá y Oeste de Europa (Hansen, 1996); se asoció a la idea de la agricultura regenerativa y la noción de la agricultura como conjunto de prácticas benignas para el ambiente (Rodale, citado por Yunlong y Smit, 1994). Esto sumado al

auge del uso del término sustentabilidad, particularmente desde 1987, significó su adopción masiva.

Es un término polémico y ambiguo (Yunlong y Smit, 1994); y que su significado depende en gran parte de lo que se entienda por agricultura y por sustentabilidad.

Agricultura: los términos agricultura y sistemas agrícolas, se utilizan para hacer referencia a la producción de plantas y animales para obtener alimento y fibra. Debería incluirse el financiamiento, procesamiento y comercialización de productos agrícolas, el suministro de servicios y compra de insumos, salud y nutrición de los consumidores, el uso y conservación de los recursos acuáticos y edáficos, políticas económicas y sociales, y las características ambientales y culturales (UCAESS, citado por Yunlong y Smit, 1994).

En términos generales la agricultura es un complejo proceso que ocurre en un marco de tres componentes: biofísico, sociopolítico y técnico-económico (Yunlong y Smit, 1994):

Ambiente biofísico: se refiere al marco natural en el que se desarrolla la agricultura, comprende suelo, agua, clima, plantas, animales, y las relaciones ecológicas.

Ambiente sociopolítico: comprende el rol que juegan las poblaciones, la cultura y otros aspectos de las acciones sociales al influenciar el comportamiento humano, de forma individual y como miembros de familias, grupos, y comunidades.

Ambiente económico y tecnológico: define la viabilidad de las actividades agrícolas. Los desarrollos científicos y tecnológicos pueden tener gran impacto en el resultado económico y permiten innovaciones en los sistemas agrícolas.

Cada uno de estos ambientes tiene sus propias implicancias, por lo que si bien pueden ser analizados independientemente, están intrínsecamente ligados.

Para Gliessman (2001) la forma para preservar la productividad agrícola a largo plazo es la producción sustentable de alimentos. Esto se logra con el uso de prácticas agrícolas alternativas basadas en un profundo conocimiento de los procesos ecológicos que ocurren en las áreas productivas como en el entorno dónde se desarrolla.

Sustentabilidad significa “mantener en el tiempo”; lo que implica que la demostración de la eficacia, de una práctica o conjunto de ellas, debe ser en el futuro; por tanto la puesta en práctica no garantiza que el objetivo está siendo cumplido. Aun así la generación de conocimientos y la investigación permite orientarse hacia una agricultura sustentable (Gliessman 2001).

Douglass, citado por Yunlong y Smit (1994) definió la sustentabilidad en función de tres componentes: administración, suficiencia alimentaria, y comunidad. Éstas son consistentes con las tres definiciones generales de Brown et al., citados por Yunlong y Smit (1994) que conceptualizan la sustentabilidad como ecológica, social y económica. Estas tres dimensiones son ampliamente utilizadas en la literatura sobre sustentabilidad.

- Ecológica: enfatiza en los procesos biofísicos, y en la continuidad de la productividad y funcionamiento de los ecosistemas. Es preciso mantener la base de calidad de los recursos y la productividad de la tierra (Pierce et al., Shaffer, Pimentel et al., Pimentel, Wu et al., Wen y Pimentel, citados por Yunlong y Smit, 1994). También comprende la preservación de las condiciones físicas y del clima, la protección de los recursos genéticos y la conservación de la biodiversidad (Miller et al., Weinberg, Smit et al., Iltis, BioScience, Wilderness Society, Altieri, citados por Yunlong y Smit, 1994).

- Social: se refiere a la satisfacción continua de las necesidades básicas de la humanidad, como comida y casa, y elevar las necesidades sociales y culturales (seguridad, educación, libertad, empleo y recreación) (Brown et al., Altieri, citados por Yunlong y Smit, 1994). También comprende la seguridad y soberanía alimentaria.

En la sustentabilidad social se incluye la equidad intrageneracional, abogando por una justa distribución entre países, regiones y grupos sociales, de los beneficios obtenidos del uso de recursos de la agricultura. Así como también se contempla la equidad intergeneracional; protegiendo los derechos y oportunidades de usar los recursos de las futuras generaciones (Brklacich et al., Altieri, WCED, citados por Yunlong y Smit, 1994).

- Económica: contempla principalmente el mantenimiento a largo plazo de los beneficios de los agricultores, el desempeño económico y la viabilidad de los sistemas. En economías comerciales los sistemas que son incapaces de generar suficientes ganancias, por bajos precios o rendimientos, o aumento en los costos de producción no se consideran autosustentables (Yunlong y Smit, 1994).

*“Para que la agricultura sea sustentable debe ser biofísicamente posible, sociopolíticamente aceptable y económicamente viable” (Yunlong y Smit, 1994).*

### Enfoques

El término agricultura sustentable puede ser aplicado en distintos niveles: predio, región, país, o inclusive a nivel global.

El objetivo de este trabajo no es detallar todas las visiones, definiciones, y corrientes que se han abocado en pos del objetivo “agricultura sustentable” se resumirán algunas de las posturas recogidas por Hansen (1996), que clasifica las interpretaciones en dos amplios grupos.

**1) Sustentabilidad como un enfoque de la agricultura:** toma en cuenta los impactos de la agricultura, se basa en ideologías y prácticas sustentables. Resultó útil como disparador y motivador del cambio en el pensamiento, además unió a varios movimientos.

El término agricultura sustentable es usado como un término paraguas, que incluye varias aproximaciones de la agricultura: orgánica, biológica, alternativa, ecológica, de bajos insumos, biodinámica, regenerativa, agroecología y permacultura (Carter, MacRae et al., Bidwell, O’Conell, Kirschenmann, Dahlberg, citados por Hansen, 1996). Se utiliza para referirse a todo lo que se percibe como bueno o benigno para la agricultura.

Los valores que tienen en común estos enfoques son la búsqueda de armonía con la naturaleza, independencia, descentralización, diversidad, equidad, auto-suficiencia, y preservación de la cultura agraria (Weil, Keeney, Bidwell, Francis y Younberg, citados por Hansen, 1996).

- Como una ideología: se concibe como una filosofía, una serie de principios éticos, una serie de valores que deben ser aplicados en el manejo de sistemas agrícolas. En estas corrientes se destaca que hay que ser conscientes de las realidades sociales y ecológicas; entendiendo el impacto de las actividades actuales en el ambiente y en otras especies. Se refleja un estado de empoderamiento sobre la producción, y un respeto por las posibilidades de las generaciones futuras.

- Como un conjunto de estrategias: una serie tácticas que permitan a los productores tomar decisiones como la selección de variedades, manejar la fertilidad del suelo y la rotación de cultivos, un enfoque de manejo integrado de

plagas, etc. Se entiende imperioso el desarrollo de tecnologías y prácticas que mantengan y/o mejoren la calidad del ambiente biofísico, estimulen la producción animal y vegetal y minimicen el uso de entradas externas; se enfatiza en la sustitución de procesos tecnológicos por los biológicos.

**2) Sustentabilidad como una propiedad de la agricultura:** se desarrolla en respuesta a las amenazas que representan las prácticas agrícolas; buscando una guía para el cambio.

- Como la habilidad de cumplir una serie de metas: se busca realzar la calidad ambiental y la base de recursos de los que la agricultura depende; aumentando la eficiencia de uso. También tiene por objetivo satisfacer las necesidades básicas de la humanidad de comida y fibra, y mejorar la calidad de vida de los productores y de la sociedad.

- Como la habilidad de continuar: los sistemas sustentables son aquellos que no disminuyen su producción ante interrupciones. El predio debe ser capaz de mantener en el tiempo el uso de la tierra, y producir los niveles necesarios de beneficios económicos (en economías capitalistas) o de sobrevivencia (en agriculturas de subsistencia).

Para Hansen (1996) la caracterización de la sustentabilidad debe ser literal (definiendo la sustentabilidad como la habilidad de continuar en el tiempo); con enfoque sistémico (el objetivo es un sistema agrícola cuyos límites, contextos y componentes están claramente definidos); cuantitativa (permite comparaciones); predictiva (no sólo debe involucrar el presente y pasado sino que debe pronosticar el futuro); estocástica (la variabilidad es determinante de la sustentabilidad, y se manejan las opciones en términos de probabilidad) y diagnóstica (se deberán identificar las limitantes en base a la investigación y en enfoques integradores).

Según Folke et al., citados por Laterra (2004) la incidencia del manejo sobre la sustentabilidad de los agroecosistemas se relaciona mejor con el nivel de uso de la información pertinente que con el uso de agroquímicos y combustibles fósiles. El manejo basado en información depende de conocimientos de valor predictivo sobre el funcionamiento del sistema, de un continuo monitoreo y capacidad de advertir señales sobre el estado del sistemas, identificación de amenazas u oportunidades para reorientar las decisiones de manejo, y un continuo aprendizaje basado en la experiencia.

Para Chiappe (2008) el concepto de agricultura sustentable ofrece un enfoque integrador para el análisis y la implementación de sistemas

agropecuarios, puesto que incorpora aspectos productivos, ambientales, sociales y económicos. Lo que enriquece el análisis y permite hacer una mejor planificación sobre el uso y distribución de los recursos, y una optimización de los mismos.

A nivel nacional es posible dudar de la sustentabilidad a largo plazo del crecimiento del agro, ya que, por un lado, la creciente concentración de los recursos y del capital, la continua pérdida de productores familiares, y la emigración rural afectan negativamente la equidad social del campo (Piñeiro, citado por Chiappe y Piñeiro, 1998).

#### 2.1.4 Agroecología

Para Gliessman (2001) la agroecología es una ciencia, que se enfoca en la aplicación de conceptos y principios ecológicos en el diseño de agroecosistemas sustentables. Su objeto es el estudio y comprensión de la forma, la dinámica y las funciones de las relaciones ecológicas (Hecht, 1999).

El término agroecología en términos amplios se refiere a un enfoque de la agricultura conectada al medio ambiente y sensible socialmente, centrada en la producción y en la sostenibilidad ecológica; los límites del término quedan por fuera de los límites del sistema. En un sentido más restringido contempla el estudio de fenómenos netamente ecológicos dentro del campo, tales como la relación de competencia entre cultivo/maleza (Hecht, 1999).

Busca sentar las bases para un manejo cuidadoso de los agroecosistemas, evitando los daños innecesarios e irreparables; persigue el entendimiento de los niveles ecológicos y sociales, de la estructura y el funcionamiento de los sistemas, promueve la creación de sinergismos que permitan a los agroecosistemas mantenerse o volver a un estado innato de sustentabilidad natural (Altieri, 1999).

Muchos investigadores entienden que el conocimiento de las relaciones ecológicas de un predio permite caracterizarlo como un tipo de ecosistema particular: un agroecosistema. Estas investigaciones sientan su base teórica en la teoría de sistemas y en los estudios que han procurado integrar los factores que afectan a la agricultura (Spedding, Conway, Gliessman, Chambers, Ellen, Altieri, Lowrance et al., citados por Hecht, 1999).

La magnitud de las diferencias de la función ecológica entre los ecosistemas naturales y los agroecosistemas se relaciona directamente con el grado de perturbaciones naturales y antrópicas que se sucedan en los ecosistemas.

Odum, citado por Hecht (1999) menciona 4 características de los agroecosistemas:

- 1) requieren de fuentes externas de energía (humana, animal, combustible) para aumentar la productividad de organismos específicos
- 2) la diversidad puede ser reducida comparada con otros ecosistemas
- 3) los animales y plantas son seleccionados artificialmente
- 4) los controles del sistema son preferentemente externos.

La diversidad de preocupaciones y de corrientes de pensamiento que han influido en la concepción de la agroecología es amplia. Pero ni la agroecología ni las tecnologías verdes se traducen per sé en mejoras sociales, lo que está indicado por el aumento de la concentración de la riqueza, el aumento de la pobreza y la inequidad. Para Foladori (2005b) la degradación de la naturaleza externa y de la sociedad humana es un proceso dinámico, que tiene su base en la estructura de clases. La degradación del hombre se acelera con la acumulación y concentración de capital, y por ende a pesar del avance ecológico, la crisis social no encuentra solución.

### Evaluación de agroecosistemas

Es extremadamente complejo traducir los aspectos filosóficos e ideológicos de la sustentabilidad en la capacidad de tomar decisiones al respecto (Bejarano Avila, citado por Sarandón, 2002). Debido a:

- La ambigüedad y poca funcionalidad del concepto de sustentabilidad
- Por la multiplicidad de metas que contempla la sustentabilidad (productiva, ecológica, cultural, temporal, social y económica), las que pueden ser conflictivas.
- Tampoco hay consenso sobre los parámetros (y sus interrelaciones) que deben usarse para evaluar el grado de sustentabilidad en el uso de tierra.
- Asimismo, la complejidad de las interacciones entre sistemas sociales, económicos y ecológicos dificulta la predicción de cuando se debe cambiar el uso de la tierra para alcanzar el nivel buscado de sustentabilidad (Zander y Kachele, citados por Tommasino, 2006).
- La dificultad de percibir claramente el problema desde el enfoque disciplinario o reduccionista predominante en el ámbito científico (Sarandón, 2002).

Para Sarandón (2002) no hay una sola forma de realizar la evaluación de la sustentabilidad agrícola, depende del objetivo o pregunta que se busque responder, lo que definirá la metodología.

### 2.1.5 Servicios ecosistémicos

La dependencia de la humanidad de la naturaleza para la supervivencia y bienestar es absoluta. Hace diez mil años el hombre comenzó a domesticar la naturaleza, a través de la agricultura y la cría de ganado, manejando directamente los servicios de la naturaleza. De esta forma el hombre siempre aprovechó lo que se conoce hoy como servicios ecosistémicos (Fisher et al., 2009). Pero el entendimiento de la estrecha relación entre el ambiente y el bienestar humano data de al menos 2400 años (Mooney y Ehrlich, citados por Balvanera y Cotler, 2007), las primeras referencias se encuentran en los textos de Platón (Balvanera y Cotler, 2007).

En los últimos 50 años el hombre ha transformado los ecosistemas más que en cualquier período de la historia de la humanidad, mayormente para satisfacer las demandas de agua, comida, madera, fibra, combustible y materiales para la construcción. El desafío de revertir la degradación de los ecosistemas, mientras se incrementa la presión sobre ellos, necesariamente implica cambios profundos en las políticas, instituciones, y prácticas (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

En 1977, Westman, sugirió que el valor social de los beneficios que proveen los ecosistemas pueden ser potencialmente identificados, y éstos deben servir de base a la sociedad para tomar decisiones políticas y de manejo. Dicho autor llamo a estos beneficios como "servicios naturales". Hoy día se les llama a estos servicios, servicios ecosistémicos, término que fue utilizado por primera vez por Ehrlich y Ehrlich en 1981 (Fisher et al., 2009).

La importancia de los servicios ecosistémicos fue destacada por la comisión Millennium Ecosystem Assessment (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio), que se desempeñó de 2001 a 2005 y reunió alrededor de 1300 científicos, con el objetivo de estudiar las consecuencias en el bienestar humano del cambio en los ecosistemas. Uno de sus principales conclusiones fue el hecho que a nivel global 15 de los 24 servicios ecosistémicos investigados han sido degradados o utilizados de forma no sustentable (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Por ende se instó a medir, modelar, mapear y evaluar su impacto en el bienestar humano. Otro resultado que muestra la relevancia de los servicios ecosistémicos fue el presentado por Costanza et al., citados por Balvarena y Cotler (2007); el valor económico de 17 servicios que son proveídos por 16 biomas es de 33 billones de dólares por año, lo que dobla el producto global del planeta.

## Definición

Son varias las acepciones que tiene este término:

- Los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Fisher et al. (2009) mencionan otras definiciones de servicios ecosistémicos:

- Las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que los conforman, sustentan y satisfacen la vida humana (Daily, 1997).
- Los beneficios que las poblaciones humanas derivan, directa o indirectamente, de las funciones ecosistémicas (Costanza et al., 1997).
- Los componentes ecológicos que son directamente consumidos o disfrutados para producir bienestar humano (Boyd y Banzhaf, 2007). Se excluyen los procesos o funciones intermedias. Estos autores mencionan que servicios y beneficios no son lo mismo. Por ejemplo, la recreación que comúnmente se denomina servicio, es en realidad un beneficio, los servicios ecosistémicos pueden ser los componentes ecológicos, como un bosque, prado u otro paisaje.

Para Fisher et al. (2009) son los aspectos de los ecosistemas utilizados (activa o pasivamente) para producir bienestar humano. Se incluyen la estructura del ecosistema, procesos y/o funciones si son consumidos o utilizados por el hombre directa o indirectamente. Por ejemplo el ciclado de nutrientes es un servicio utilizado indirectamente por el hombre, de este proceso se obtiene agua limpia. La provisión de agua limpia es un servicio que se usa directamente. Cuando el agua se usa para beber se transforma en un beneficio. Esta definición hace hincapié en que deben ser un fenómeno ecológico, los autores sostienen que es así como se aclara el rol de la ciencia de brindar información a la sociedad.

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) se refiere a cuatro tipos de servicios ecosistémicos: de soporte (como ciclaje de nutrientes, formación del suelo, producción primaria); de provisión (como comida, agua potable, madera y fibra, combustible), de regulación (entre los que se encuentra la regulación climática e hídrica, la purificación del agua y regulación de enfermedades), y culturales (como los estéticos, espirituales, educativos y recreacionales).

## Beneficios y servicios ecosistémicos del campo natural

Comúnmente se valora el campo natural únicamente por sus beneficios, es decir la producción de bienes de mercado, carne, lana y cuero. También es fuente de recursos fitogenéticos de plantas medicinales y forrajeras (Boggiano, 2003). Si bien estos aspectos son cruciales, no debe obviarse que el funcionamiento ecosistémico genera una serie de servicios ecosistémicos, que si bien no cotizan en el mercado, son importantes para la población humana.

Altesor (2002) menciona:

- mantenimiento de la composición atmosférica, mediante el secuestro de carbono y reducción de las emisiones de óxido nitroso; lo que atenúa el efecto invernadero (este punto es debatible, y es objeto de investigación a nivel nacional e internacional para estimar el real impacto del campo natural y su manejo en el balance de gases de efecto invernadero),
- regulación del intercambio de energía entre la superficie y la atmósfera,
- mantenimiento de la diversidad específica y genética,
- disminución de las pérdidas de suelo por erosión,
- contribución al ciclado de nutrientes,
- hábitat de fauna nativa,
- regulación del clima. Cambios en la estructura, composición y cobertura de la vegetación, conllevan cambios en la dinámica estacional de la energía reflejada por la superficie y en las pérdidas de agua, provocando cambios en los balances de energía a nivel regional y global.

Boggiano (2003) también menciona como servicio ecosistémico del campo natural el efecto que tiene en la mantención de los cursos de agua limpios, al evitar la contaminación de éstos con partículas en suspensión. También hace referencia al aumento de la percolación del agua, producto del menor escurrimiento superficial.

## 2.2 MARCO METODOLÓGICO

### 2.2.1 Indicadores

Según Meadows (1998) un indicador es una muestra parcial de la realidad, son abstracciones basadas en modelos, que por su parte también son abstracciones, con su cuota de imperfección y falta de certeza. Ningún indicador representa al sistema real, ya que ningún ser humano es capaz de recabar toda la información y comprender o procesar toda la realidad.

El uso del término "indicador" tiene una connotación técnica que la hace parecer una herramienta exclusiva de especialistas (Bell y Morse, citados por Astier y González, 2008) sin embargo son herramientas de uso cotidiano.

Se utilizan para comprender el mundo, tomar decisiones, y planear acciones; son concebidos como herramientas de aprendizaje, cambio y propaganda. Inclusive son aplicados de manera intuitiva para monitorear sistemas que nos preocupan o que necesitan ser controlados, por ejemplo tomar un puñado de suelo para evaluar la humedad del campo (Meadows, 1998).

Se miden aquellas cosas que se creen importantes y se generan valores a partir de las mediciones. Esta retroalimentación es común, inevitable y llena de fallas. Las mediciones pueden ser cuantitativas (en general medidas objetivas) o cualitativas (medidas subjetivas), específicas de un lugar o cultura, o comunes para toda la humanidad. Cualquier error en la selección y /o medición de un indicador puede ocasionar serios prejuicios en todo el sistema; ya que se alteraría en una dirección o a un estado distinto del objetivo. Es necesario considerar que la búsqueda y diseño de un indicador se logra progresivamente.

Es una variable que brinda las bases para evaluar tendencias ambientales, sociales, económicas o fijar metas políticas.

Se pueden nombrar una serie de características que debería tener un indicador ideal (Meadows, 1998):

- Claro en valores y contenidos: debe quedar claro cuál es la dirección deseable y las unidades deben ser fáciles de comprender.
- Interesante y efectivo.
- Políticamente relevante.
- Factible: no muy difícil ni caro de medir.
- Suficiente: que tenga el nivel preciso de información.
- Oportuno.
- Apropiado en escala.
- Democrático.
- Participativo: debe hacer uso de saberes populares.
- Jerárquico: da un mensaje rápido, pero a su vez permite indagar más en detalle.
- Expresado en unidades físicas: en vez de en unidades monetarias.
- Anticipado: da información con la suficiente antelación para diseñar estrategias en caso de ser necesaria la intervención.
- Provisorio: sujeto a discusión y cambios.

No es tarea sencilla encontrar un indicador que abarque todas estas propiedades. Existen errores comunes en su construcción, dentro de los que se pueden señalar (Meadows, 1998):

- Sobreagregación: si se mezcla mucha información el mensaje que aportan puede resultar confuso.
- Dejar de medir lo que es importante para medir lo que es “medible”.
- Partir de una premisa o modelo erróneo.
- Falsificación deliberada.
- Información incompleta.

### Indicadores y Desarrollo Sustentable

Actualmente se están verificando día a día saturaciones en las capacidades físicas del planeta, como consecuencia se generó la necesidad de indicadores nuevos que midan estas situaciones (Meadows, 1998). Es a partir del Informe Brundtland y de la Agenda 21 (WCED, citado por Astier y González, 2008) que han aumentado los estudios que analizan los indicadores de sustentabilidad, que comprende indicadores biofísicos, sociales, económicos y políticos, aplicados a escala global, regional, nacional, urbana, comunitaria, predial o industrial.

En primera instancia el desarrollo de indicadores se limitaba a la confección de listas de indicadores abocados al estudio de problemas específicos. Posteriormente se detectó la necesidad de desarrollar marcos estructurados que conecten los atributos generales de los sistemas dinámicos con indicadores específicos para determinado contexto socioambiental, en escalas temporales y espaciales predefinidas. Por la general se aplican enfoques jerárquicos y sistémicos, que contemplan procesos participativos (Maser et al., Peterson et al., citados por Astier y González, 2008).

Los indicadores se pueden convertir en puntos de inflexión de un sistema, el logro de éstos dirigidos al desarrollo sustentable es clave para la toma de decisiones en pos de esa meta. Si bien los indicadores no garantizan resultados, éstos son imposibles de obtener sin indicadores.

Es probable que nunca se logre consenso en un único indicador, puesto que las áreas de estudio y las concepciones del mundo que tienen aquellos avocados al estudio del desarrollo sustentable son variadas. Por lo que lo que el objetivo debiera ser lograr un sistema de información, que abarque todos las aristas del desarrollo sustentable, y de ser posible aúne y corrija estas visiones del mundo.

Existen dos grandes corrientes en la discusión sobre indicadores de sustentabilidad, dependiendo del concepto que adopten de sustentabilidad, si esa visión es "fuerte" ó "débil".

La "sustentabilidad débil" enuncia que tanto los recursos naturales como los servicios ambientales pueden ser cuantificados en términos monetarios, de forma de estimar el desgaste del "capital natural" (Achkar, 2005).

La evaluación se realiza por medio de "indicadores monetarios de sustentabilidad", los que tratan de discriminar que parte de los ingresos de un país o región deben considerarse verdaderamente ingresos y que parte deben ser considerados como descapitalización o pérdida de patrimonio. Las objeciones que reciben este tipo de variables parten del hecho de que algunos daños al sistema ambiental son irreversibles y acumulativos, las alteraciones pueden ser inciertas, muchas veces las estimaciones del nivel de reservas de los recursos naturales no son exactas, el conocimiento de las futuras tecnologías es escaso, las valoraciones monetarias actuales o futuras son arbitrarias, además sostienen que no se puede reducir a una unidad común la diversidad de los sistemas ambientales (Achkar, 2005).

Un ejemplo de este tipo de indicadores es el PBI Verde o Pbi ecológicamente corregido, valora por cuánto tiempo se puede mantener el nivel de extracción de los recursos no renovables; asigna una fracción de las tasas de interés para ser destinada a la inversión, con el objetivo que cuando se agote un recurso exista capital construido para sustituirlo; y asigna un factor de corrección por el uso de nuevas tecnologías (El Serafy, citado por Achkar, 2005):

Por su parte la "sustentabilidad fuerte" se basa en la idea de que es preciso determinar la capacidad del planeta para sostener al conjunto de la economía humana y mantener las funciones ecosistémicas que aseguren la vida (Achkar, 2005). La solución al problema de la sustentabilidad debe tener en cuenta que la ecósfera además de soportar la economía humana, debe ser el soporte conjunto de la producción física de las demás poblaciones, ecosistemas y procesos biofísicos, debe mantener la capacidad de asimilar los residuos. Es decir se debe perpetuar el capital natural crítico (Van Hauwermeiren, citado por Achkar, 2005).

Ejemplos de indicadores biofísicos son:

Huella Ecológica (Wackernagel, citado por Achkar, 2005): es el área de territorio productivo o ecosistema acuático que se necesita para producir los

recursos utilizados y para asimilar los residuos que genera una población. Cuantifica el impacto de los humanos en su entorno natural.

Espacio Ambiental (Spangenberg, citado por Achkar, 2005): mide la cantidad de recursos naturales renovables y no renovables que se pueden usar, los niveles de desperdicios y contaminación que se pueden generar, sin privar a las generaciones futuras de utilizar de la misma manera dichos recursos.

Las críticas a los indicadores biofísicos sostienen que no permiten fácilmente la comparación entre situaciones, no son aplicables universalmente y la información para su cálculo no está disponible.

Los indicadores de desarrollo deben incorporar los conceptos de calidad, equidad, eficiencia y suficiencia. Deben llevar el espíritu que el desarrollo económico es para mejorar la calidad de vida en vez de para acumular capital; como nociones asociadas se encuentran el subdesarrollo y el sobredesarrollo (Meadows, 1998).

#### Indicadores de sustentabilidad

Un indicador ambiental se transforma en un indicador de sustentabilidad cuando se expresa en unidades de tiempo, o se agregan la noción de límite, objetivo, capacidad de carga o umbral de daño, también lleva implícito un conjunto de valores y metas evocados en el concepto de sustentabilidad (Quiroga, citado por Astier y González, 2008). Los indicadores de sustentabilidad:

- Son variables que conceden información sobre la condición y/o tendencia de un atributo considerado como relevante en el sistema; son la representación operativa de dichos atributos (Gallopín, citado por Astier y González, 2008).
- Son variables que representan a otra variable o a un conjunto de variables en un modelo simplificado del sistema en estudio. Miden la distancia y el sentido de la variación de un sistema ambiental entre: el estado inicial del sistema (dato de la realidad) y el estado de transición del sistema hacia un escenario sustentable de la sociedad (Achkar, 2005).

#### ¿Para qué sirven?

- Brindan información para el proceso de toma de decisiones. Describen la evolución del sistema de interés y/o determinan su comportamiento en relación a metas u objetivos (Gallopín, citado por Astier y González, 2008).

- Permiten monitorear el progreso para poder implementar de manera efectiva los conceptos de sustentabilidad. Los indicadores que están bien diseñados resumen o simplifican información relevante; hacen perceptible el fenómeno de interés; además de cuantificar, medir y comunicar la información importante (Gallopín, citado por Astier y González, 2008).

- La posición y tendencia del indicador en relación al valor de referencia indica el estado actual y la dinámica del sistema (García y Staples, citados por Astier y González, 2008).

- Proveen señales que facilitan la evaluación de progreso hacia objetivos que contribuyen a lograr la meta del bienestar humano y ecosistémico en forma simultánea (Quiroga, citado por Astier y González, 2008)

- Monitorean cambios a través del sistema, incluyendo los componentes económicos y biofísicos (Belcher et al., citados por Astier y González, 2008).

¿Cuáles son sus características?

- Son particulares de los procesos de los que forman parte, de las características del problema en análisis, de la escala, y del acceso y disponibilidad de información. Por lo que no existe una única lista de indicadores universales (Bakkes et al., citados por Astier y González, 2000).

- En una evaluación de sustentabilidad el conjunto de indicadores elegidos está relacionado con el criterio de formulación y responde a los objetivos de la evaluación.

- Si bien ciertos indicadores se identifican con una dimensión específica (ecológica, social o económica), inciden sobre el resto de los ámbitos de un sistema.

¿Cómo se clasifican?

- De estado y de manejo (Abbona et al., citados por Astier y González, 2008). Los primeros dan información del estado actual de un recurso natural o social (ej: balance de nutrientes). Los indicadores de manejo representan el efecto de cierta práctica en el estado del recurso o en un componente del sistema (ej: técnicas de control de plagas).

- Simples o compuestos. Los indicadores simples se obtienen a partir de mediciones o estimaciones de una variable, y los compuestos se generan agregando variables o indicadores simples.

- Cuantitativos y cualitativos. Los indicadores cuantitativos miden propiedades tangibles, que pueden ser calculadas e interpretadas numéricamente, sus escalas contemplan tanto el orden de los objetos como la distancia entre ellos (ej: ingreso monetario por año), y los cualitativos miden propiedades o cualidades que tienen o pueden tener una naturaleza subjetiva (ej: percepciones estéticas), se expresan en escalas ordinales que indican el

orden de los objetos a medir de acuerdo con su menor o mayor contenido de dicha propiedad.

### 2.2.2 MESMIS

Para lograr la propuesta de indicadores se utilizó como referencia el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).

El MESMIS es concebido por Altieri (2000) como “*un marco metodológico novedoso que captura la complejidad del manejo de recursos naturales*”. Es decir permite realzar el potencial multifuncional de los recursos que mantienen los sistemas productivos, otorgando oportunidades ambientales y sociales a las generaciones presentes y futuras. Dejando de lado el paradigma de maximizar rendimientos y beneficios económicos. Esta visión reduccionista de la naturaleza y la sociedad ha predominado en la investigación y en la generación de alternativas de manejo. La inclusión del concepto de sustentabilidad permite tener una visión diferente del manejo de recursos naturales, basado en un abordaje sistémico, interdisciplinario y participativo. Es crucial de que dicho concepto se integre efectivamente al proceso de diseño, adopción y difusión de diferentes sistemas y estrategias de manejo.

El MESMIS se basa en la construcción de indicadores que muestran los puntos claves de un sistema y el grado de alcance de los objetivos de los sistemas sustentables: mantención o incremento de la productividad, aumento de los servicios ecológicos y socioeconómicos, evitar la degradación de los suelos, cursos de agua y biodiversidad, viabilidad económica, y que sean socialmente aceptables y culturalmente compatibles. Pero los indicadores no son meras listas de variables, producto de un tratamiento simplista y demagógico, al contrario los indicadores representan un conjunto consistente, íntimamente ligado a los puntos críticos, atributos y propiedades de los sistemas de manejo sustentables.

Es una metodología de evaluación, una herramienta para hacer operativo el concepto de sustentabilidad de forma interdisciplinaria e integradora, permite clarificar y reforzar los aspectos teóricos y formular recomendaciones técnicas y políticas para el diseño de sistemas de manejo sustentables. El proceso de evaluación es cíclico, con un enfoque participativo, sistémico y multiescalar (Maserá et al., 2008). Una de sus bondades es que posee una estructura flexible que permite su adaptación según los niveles de información y capacidades técnicas (Maserá et al., 2000).

El propósito del MESMIS es evaluar participativamente la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, para poder diseñar, implementar y evaluar en forma dinámica estrategias que tiendan a mejorar las características socioambientales de los sistemas de manejo. Se busca que la constante retroalimentación, así como también la comparación con sistemas de referencia o la evolución del mismo sistema en el tiempo (Maserá et al., 2000).

La sustentabilidad de un sistema depende de sus propiedades intrínsecas o endógenas y de sus vínculos con el ambiente y con otros sistemas.

La evaluación es válida solamente para:

- El sistema de manejo en estudio, en determinado lugar geográfico y contexto social y político.
- Una escala espacial determinada (parcela, predio, comunidad)
- Una escala temporal previamente establecida.

Dicha evaluación no puede efectuarse per sé, ya que no existe una medida universal o abstracta de la sustentabilidad, por lo que es preciso que sea mediante contraste; comparando el desempeño del mismo sistema a través del tiempo o con uno o más sistemas alternativos o innovadores. Este proceso deberá realizarse de forma cíclica, mejorando tanto los sistemas de manejo como la metodología utilizada (Maserá et al., 2000).

Es necesario un trabajo interdisciplinario, con participación de los actores involucrados (productores, técnicos) y evaluadores externos (Maserá et al., 2000).

En síntesis, la sustentabilidad se concibe de forma dinámica, multidimensional y específica a un determinado contexto socioambiental y espacio-temporal. Los sistemas de manejo sustentables son los que "permanecen cambiando", para lo que deben tener la capacidad de ser productivos, autorregularse y de transformarse, sin perder su funcionalidad (Maserá et al., 2008).

### Atributos

Para lograr cumplir con sus objetivos el MESMIS define una serie de atributos o propiedades generales de los agroecosistemas sustentables, que guían el análisis y permiten -derivar los indicadores (Maserá et al., 2000). Ellos son:

1) Productividad: es la capacidad del agroecosistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios. Representa el valor del atributo (ganancias o rendimientos) en un periodo de tiempo.

2) Estabilidad: es la propiedad del sistema de lograr un estado de equilibrio dinámico estable, manteniendo los beneficios en el tiempo, cuando las condiciones son normales.

3) Resiliencia: es la habilidad del sistema de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves, como incendios, inundaciones o caída abrupta de precios de uno de los productos.

4) Confiabilidad: capacidad de mantener la productividad o beneficios esperados en niveles próximos al equilibrio, ante cambios normales en el ambiente.

5) Adaptabilidad (o flexibilidad): aptitud del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio ante cambios de largo plazo en el ambiente. Se refiere tanto a la persecución de nuevas tecnologías, diversificación de actividades, así como también procesos de organización social, de formación de recursos humanos y de aprendizaje.

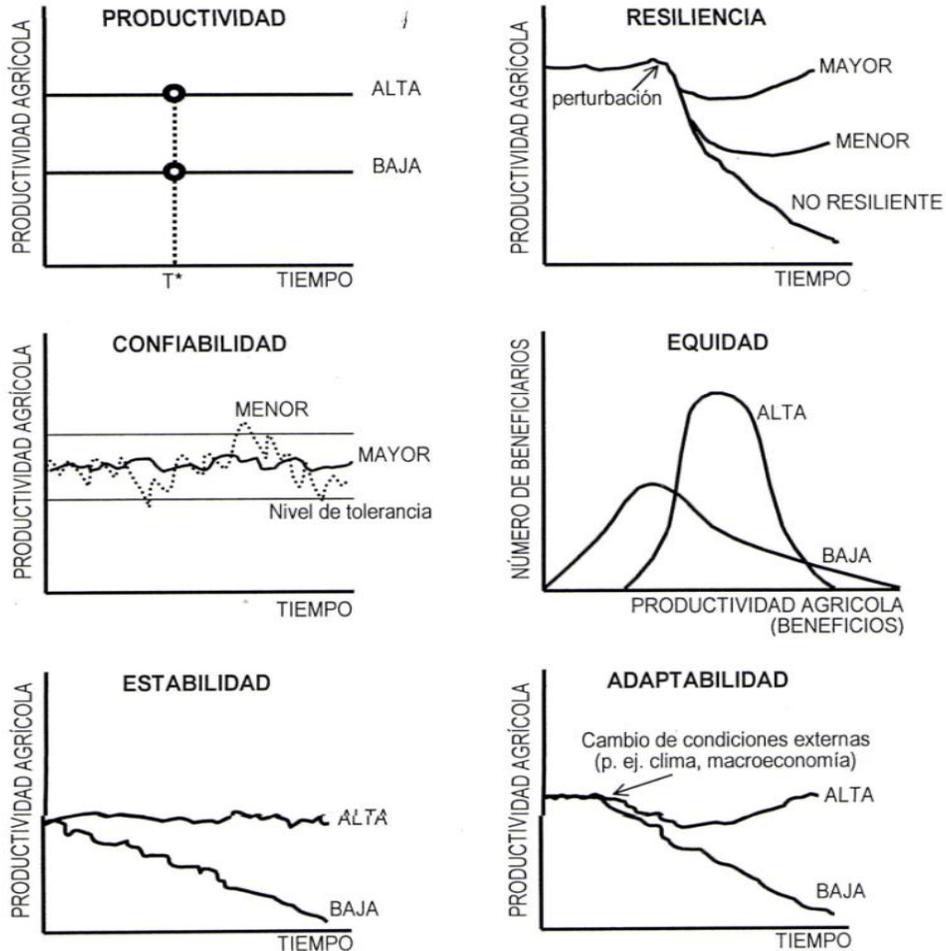
6) Equidad: propiedad del sistema de distribuir, intra e intergeneracionalmente, de manera justa los beneficios y costos derivados del manejo de recursos naturales.

7) Autogestión (o autodependencia): capacidad del sistema de regular sus interacciones con el exterior.

Estos atributos tienen como finalidad proporcionar un marco coherente para discutir la sustentabilidad y hacerla operativa. Logrando que los sistemas sean abordados de manera integral, como contraposición a una evaluación que se limite a contemplar factores descriptivos o indicadores cuyo impacto no esté claro (Maser et al., 2000).

En la figura 1 se representan gráficamente los atributos de los agroecosistemas sustentables.

Figura No. 1: Atributos generales de los agroecosistemas sustentables



Fuente: extraído de Masera et al. (2000)

### Pasos de la evaluación

Para llevar adelante la evaluación se definen las fortalezas y debilidades del sistema en las tres áreas de análisis, social, ambiental y económica, y a partir de los atributos se derivan criterios de diagnóstico y posteriormente se seleccionan los indicadores. Luego de la medición y monitoreo de los mismos, se integra la información por medio de técnicas de multicriterio. Por último se efectúan conclusiones o juicios de valor y se brindan

recomendaciones. Esta sucesión de etapas deberá ser permanente (Maserá et al., 2000).

1) Definición del objeto de la evaluación: es necesario caracterizar el sistema bajo estudio (incluyendo contexto y escalas). El sistema de referencia (el predominante en la zona) y el alternativo (que cuenta con innovaciones tecnológicas o sociales). Este último puede tener un enfoque agroecológico, de revolución verde, o ambos casos.

El análisis comparativo podrá ser transversal, entre el sistema de referencia y el/los alternativos; o longitudinal. En este último caso se denomina sistema de referencia al del año de inicio del estudio y alternativo al del finalizar el período. Es necesario precisar el lapso de tiempo en el cual es esperable que existan cambios en los indicadores monitoreados producto de los manejos sugeridos (Maserá et al., 2000).

La evaluación podrá comenzar por un subsistema, aclarando las interacciones con los demás subsistemas; luego podrá ampliarse el nivel de análisis.

La descripción de los sistemas de manejo deberá contar con:

- Los componentes biofísicos del sistema.
- Los insumos necesarios y los productos generados. Es útil incluir un diagrama con la descripción cualitativa de las entradas y salidas y las interrelaciones.
  - Las prácticas agrícolas, pecuarias o forestales.
  - Las características socioeconómicas de los productores y los niveles y tipos de sus organizaciones.
  - Las interacciones entre los sistemas y los subsistemas (Maserá et al., 2008).

2) Definición de los puntos críticos (fortalezas y debilidades): aquellos aspectos que facilitan u obstaculizan el buen desempeño del sistema. Es necesario identificar los puntos vulnerables y robustos, pueden ser factores o procesos ambientales, técnicos, sociales y económicos, actuando de manera individual o en conjunto. Es importante relacionar dichos aspectos con los atributos de los agroecosistemas.

La determinación de los puntos críticos centra y dimensiona el problema. A su vez fortalece las alternativas, sólo conociendo e incidiendo sobre los puntos críticos el sistema propuesto será sustentable. Una forma de concretar este paso es mediante discusiones de grupo.

3) Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores: para que la evaluación sea útil los criterios que deben tenerse en cuenta a la hora de confeccionar la lista de indicadores de sustentabilidad son:

- Estar estrechamente relacionados (o derivado de) algunos de los requisitos de la sustentabilidad
- Ser adecuados para el objetivo de evaluación.
- Tener sensibilidad a los cambios en el tiempo de evaluación.
- Presentar poca variabilidad natural en el período de muestreo.
- Tener habilidad predictiva.
- Ser directos: a mayor valor más sustentables.
- Ser expresados en unidades equivalentes, escalas cualitativas.
- Ser de fácil recolección.
- Confiables, sencillos de interpretar.
- No ser sesgados (ser independientes del recolector).
- Tener umbrales de referencia.
- Ser robustos e integradores (dar información condensada sobre varios atributos) (Sarandón, 2002).
- Estar adaptados a las capacidades humanas y de infraestructura, ser adecuados a la escala ecológica y del sistema socioambiental.
- Deben ser instrumentos de política para los manejadores de los recursos naturales (Maserá et al., citados por Astier y González, 2008).

Los criterios de diagnóstico describen a los atributos, es un nivel de análisis más detallado que éstos pero más general que los indicadores. Actúan de nexo entre atributos, puntos críticos e indicadores.

Existen una serie de criterios de diagnóstico comunes a muchas evaluaciones, como:

- Retornos: son los beneficios en términos económicos, sociales o ambientales que se logran por la inversión monetaria, en infraestructura, recursos humanos, en actividades involucradas en la dirección del sistema.
- Eficiencia: muestra la relación entre un retorno y la inversión realizada para obtenerlo.
- Diversidad: refleja la riqueza de elementos que posee un sistema. Cuanto más diversos son en general más capaces de absorber impactos y mantenerse productivos en largo plazo.
- Conservación: indica el grado en que un sistema preserva su estructura, su función y la base de los recursos que la sostiene. Al igual que los criterios anteriores puede analizarse para aspectos sociales, económicos o ambientales. La conservación es producto de prácticas, recursos y tecnologías tendientes a lograrlas.
- Distribución de costos y beneficios: se asocia con la justicia social y ambiental, es la forma en que se asignan los costos y beneficios derivados de

los sistemas de manejo de recursos naturales. Este criterio traspasa la escalas espaciales y temporales del sistema en estudio

- Participación: es el grado en que los actores sociales se involucran en el desarrollo del proyecto.
- Capacidad de cambio e innovación: muestra el grado en que los sistemas se modifican continuamente, persiguiendo nuevas estrategias de manejo y tecnologías para la producción, la conservación de los recursos, y la minimización de los impactos negativos del exterior.
- Autosuficiencia: se refiere a como un sistema puede llevar adelante sus procesos sin depender de fuentes externas. Es muy difícil encontrar un sistema autosuficiente, porque la mayoría son abiertos.
- Organización/control: es el grado en que los elementos o individuos se relacionan para cumplir una meta o una función.

Una vez definidos los diferentes criterios de diagnóstico, se confecciona la lista de indicadores para las áreas ambiental, social y económica. Luego se seleccionan aquellos indicadores estratégicos con los que se trabajará. Es útil construir un cuadro resumen con la lista final de indicadores, para tener una visión de conjunto de la evaluación, y ver interacciones entre los criterios de diagnóstico y los indicadores de las distintas áreas, se puede llegar a simplificar el análisis o incluir otro indicador.

Según Astier y González (2008) los sistemas socioambientales se ubican en escalas espaciales, temporales e institucionales específicas, que se articulan e interactúan a distintos niveles. El objeto de estudio y el nivel jerárquico determinarán los indicadores a analizar.

En el contexto del MESMIS los indicadores son variables que dan información sobre la productividad, la regulación y la transformación de un sistema de manejo.

En toda evaluación de sustentabilidad es importante definir cuál es el lapso de tiempo en que se esperan cambios en el estado del indicador, tomando en cuenta aquellos aspectos que influyen en la tasa de cambio, como los factores climáticos. Esto condicionará el tipo de monitoreo.

Los indicadores describen procesos. No existe una selección única de indicadores, puesto que son particulares a los procesos de los que forman parte (Bakkes, citado por Masera et al., 2000). La elección de los mismos tendrá en cuenta el problema en estudio, la escala y la disponibilidad de información.

En el proceso de selección de indicadores debe evitarse elegir un número excesivo, que otorguen información redundante, pero tampoco puede

omitirse información importante. Es decir, el conjunto de indicadores debe ser robusto, estar cuidadosamente seleccionados para conformar un conjunto sólido que proporcione información sobre los atributos de sustentabilidad y los procesos claves del sistema analizado. Por lo general se relevan entre 10 y 20 indicadores (Astier y Hollands, Maser et al., Speelman et al., citados por Astier y González, 2008). Se deben considerar sólo aquellos que tienen una influencia crítica en el problema en estudio. También deben asignarse umbrales o valores de referencia, que den una aproximación al objetivo.

4) Medición y monitoreo de los indicadores: visto que la sustentabilidad hace hincapié al comportamiento del sistema en el tiempo se deberán priorizar en que la información se obtenga mediante monitoreo de procesos durante cierto tiempo, el análisis de series históricas, o el modelaje de ciertas variables.

La colecta de datos podrá ser mediante: revisión bibliográfica, mediciones directas, parcelas experimentales, modelos de simulación, encuestas, entrevistas formales e informales, técnicas grupales (Maser et al., 2000).

El tipo de monitoreo está en función del sistema de manejo y del problema en estudio, buscando siempre una representación estadística aceptable.

5) Integración de resultados: esta etapa es de síntesis de la información, no existe un método único o preferible de integración de resultados. La forma de lograr los objetivos de la evaluación es encontrar un método de presentación de resultados transparente, donde se distingan claramente los perjuicios y beneficios de los sistemas analizados en cada indicador. Al contar con una amplia gama de información para distintos tipos de indicadores se presenta el problema de la agregación de los resultados, porque los criterios de decisión son imprecisos, los datos pueden ser mixtos, difíciles de distinguir entre indicadores cercanos, o es complicado jerarquizar u ordenar las opciones.

De forma práctica se deberán contemplar los siguientes aspectos para integrar y sintetizar la información:

- juntar los resultados por indicador y sistema en una sola tabla o matriz, utilizando las unidades de cada indicador,
- determinar los umbrales o valores de referencia por indicador,
- construir índices por indicador a partir de los umbrales,
- presentar los indicadores de forma conjunta, usando gráficas o tablas, mediante técnicas de multicriterio

- encontrar las relaciones entre indicadores, retroalimentaciones positivas o negativas (Maserá et al., 2000).

6) Conclusiones y recomendaciones sobre los sistemas de manejo: es el último paso del ciclo de evaluación, se consideran y comparan todos los resultados obtenidos hasta el momento y se emiten juicios de valor. También se debe considerar el proceso de evaluación, en sus aspectos logísticos y metodológicos.

La presentación de las conclusiones deberá incluir una valoración de cómo se comporta el sistema de referencia comparado con el alternativo. Así mismo debe proporcionar los elementos que permiten o impiden al sistema de manejo alternativo mejorar la sustentabilidad con respecto al de referencia.

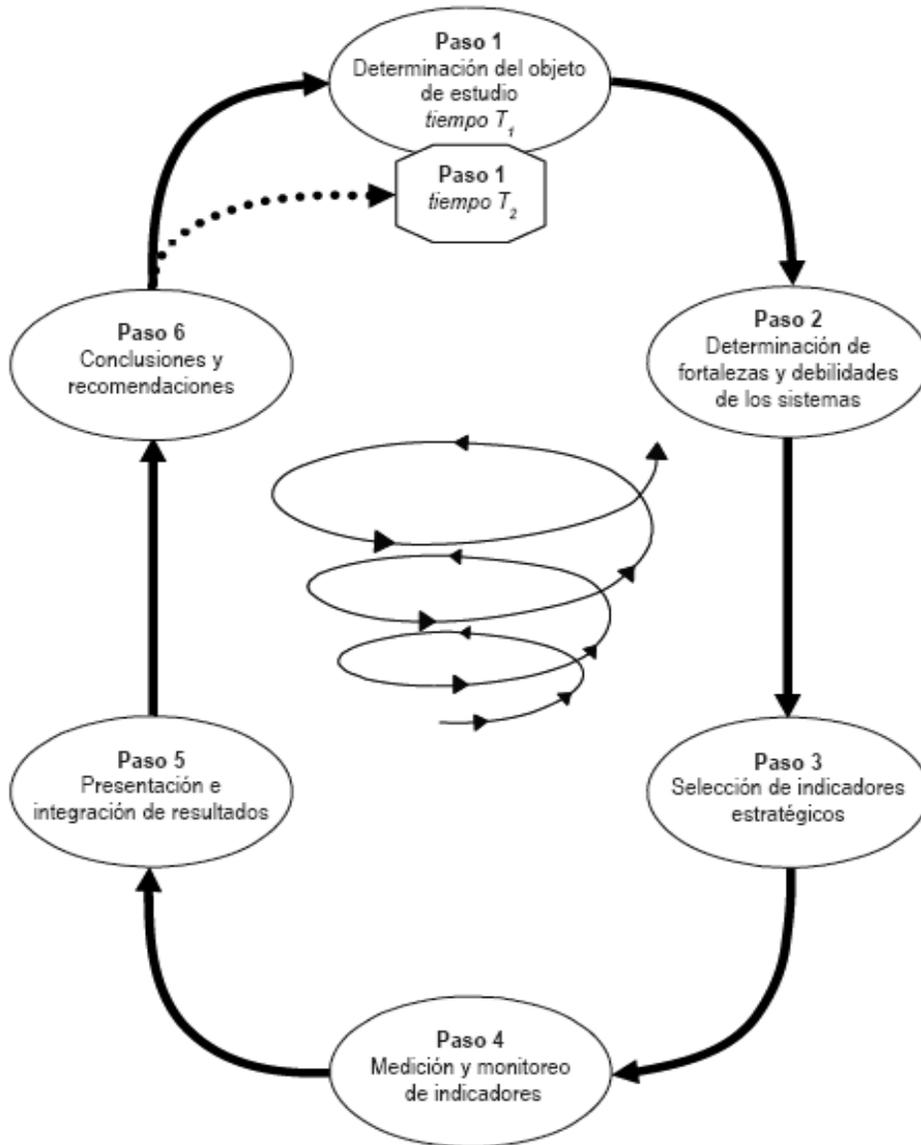
En cuanto a las recomendaciones es necesario priorizar las cuestiones a mejorar en los sistemas, así como proponer estrategias que fortalezcan el proceso de evaluación.

Las conclusiones y recomendaciones obtenidas al final del primer ciclo de evaluación son el punto de partida del segundo. A partir de la incorporación de las sugerencias la caracterización del sistema será distinta, con lo que deben volver a definirse los puntos críticos y comienza un nuevo proceso evaluatorio. Según Maserá et al. (2000) *"el verdadero éxito del trabajo será lograr iniciar un proceso iterativo de acción-evaluación en el que el análisis de sustentabilidad entra como componente intrínseco del desarrollo de sistemas de manejo. Cada nuevo ciclo de evaluación permitirá entonces ir redefiniendo y mejorando el perfil socioambiental de los sistemas de manejo, con el fin de hacerlos más sustentables. Para alcanzar esta objetivo es clave las acciones y cambios identificados se traduzcan en beneficios tangibles para quienes ponen en práctica los sistemas de manejos de recursos naturales"*.

Para Maserá et al. (2000) es necesario profundizar la discusión en algunos de los aspectos del MESMIS, mencionando la definición de los atributos de sustentabilidad, la integración e interrelación entre indicadores, la articulación entre escalas de evaluación, la incorporación del proceso de toma de decisiones a la evaluación y el desarrollo de técnicas participativas.

En la figura 2 se representa esquemáticamente el ciclo de evaluación propuesto por el método MESMIS.

Figura No. 2: El ciclo de evaluación en el MESMIS



Fuente: extraído de Masera et al. (2008)

### 2.2.3 Estudios a nivel nacional

En esta sección se recogen estudios nacionales que proponen el uso de indicadores como camino hacia la concreción de la sustentabilidad de distintos tipos de sistemas de producción.

Propuesta de evaluación de sustentabilidad en agricultura urbana para huertas vinculadas al Programa de Producción de Alimentos y Organización Comunitaria – Udelar: esta investigación fue desarrollada por las estudiantes Blixen, Colnago y González, como tesis de grado de la carrera de Ingeniería Agronómica. Tuvo como marco el Programa de Producción de Alimentos y Organización Comunitaria.

Para la evaluación de la sustentabilidad de las huertas (localizadas en Montevideo y Costa de Oro) se utilizó el MESMIS adaptándolo al entorno urbano. Las autoras proponen treinta y seis indicadores, que abarcan las dimensiones social, ambiental y económica. Se relevan por medio de encuestas, entrevistas grupales, observación, y análisis de laboratorio (Blixen et al., 2006).

A partir de esta tesis surge un proyecto de investigación (Berger et al., citados por Oyhantçabal, 2010) en el cual mejoran la batería de indicadores e implementan la evaluación en ocho estudios de caso en el área metropolitana.

Manual de evaluación de impacto ambiental de actividades rurales: surge en el marco del convenio firmado por el MGAP y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) para apoyar al Proyecto Producción Responsable (PPR - MGAP). Este convenio posibilitó un plan de trabajo entre el Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (Procisur) y el PPR; que permitió que los técnicos de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) que desarrollaron el modelo APOIA-NovoRural capacitaran a los técnicos de PPR.

El manual describe el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de Actividades Rurales (Sistema EIAR), adaptado del modelo APOIA-NovoRural; que busca sentar las bases para la medición de la adopción de buenas prácticas de gestión ambiental en los sistemas agropecuarios.

Entre los objetivos del manual se encuentran viabilizar la interpretación de los resultados de la aplicación del Sistema EIAR, estandarizar los documentos y registros para el levantamiento de la información y contribuir con

los esfuerzos nacionales para evaluar y monitorear una gestión sostenible de la producción agropecuaria (URUGUAY. MGAP. PPR, 2007)

El Sistema EIAR permite evaluar la sustentabilidad de los predios a través del uso de variables e indicadores establecidos, e identificar en forma objetiva los puntos críticos para la corrección del manejo.

El Sistema EIAR consiste en un conjunto de matrices de ponderación montadas sobre una plataforma MS-Excel, las cuales mediante una expresión matemática permiten analizar las tres dimensiones de la sustentabilidad a través de 57 indicadores agrupados en 5 dimensiones: ecología del paisaje, calidad de los compartimentos ambientales (agua, aire, suelo), valores socioculturales, valores económicos y gestión y administración. Se establecen dos situaciones en el tiempo referidas a antes y después de la implantación de una actividad en el predio, un cambio tecnológico o el inicio de una actividad. La información es resumida en tres situaciones: ideal, de sustentabilidad y del predio (Martínez et al., 2010).

El relevamiento de información es mediante una entrevista con el responsable del predio, asimismo se colectan las muestras necesarias para análisis de laboratorio.

El público objetivo son los técnicos de campo que llevan adelante el seguimiento de predio con proyectos financiados por el PPR, profesionales vinculados a la producción, técnicos de instituciones y organizaciones departamentales y técnicos de los departamentos de promoción de las Intendencias (URUGUAY. MGAP. PPR, 2007).

Este modelo tiene antecedentes de aplicación, en 5 productores lecheros y 7 ganaderos, todos vinculados a PPR (Martínez et al. ,2010).

Selección de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad en sistemas de producción orgánica en los departamentos de Montevideo y Canelones: este estudio se desarrolló en el marco de la tesis de grado de la carrera de Ingeniería Agronómica de los estudiantes Bacigalupe y Salvo. El objetivo fue seleccionar un conjunto de indicadores de sustentabilidad que permita evaluar sistemas de producción orgánica, considerando aspectos productivo-ambientales, económicos y sociales. Se utilizó como guía metodológica los primeros pasos del MESMIS.

Se tomaron como referencia dos grupos de productores orgánicos de diferentes orígenes, urbano y rural, en Montevideo y Canelones. La propuesta plantea veinticinco indicadores para evaluar los aspectos productivo-

ambientales, catorce indicadores sociales y diez para evaluar los aspectos económicos del sistema productivo (Bacigalupe y Salvo, 2007).

Evaluación de la sustentabilidad en predios hortícolas salteños: este estudio fue realizado por Aguirre (2007) como tesis de maestría en Ciencias Agrarias de Facultad de Agronomía. El objetivo de la misma es profundizar en el conocimiento de los sistemas de producción hortícola en Salto desde la perspectiva de la sustentabilidad. Analizando las estrategias de los productores; identificando los puntos críticos, seleccionando y evaluando indicadores. Se utilizó como referencia el MESMIS.

El autor propone 22 indicadores, evaluados en 7 predios. También se construye un índice por dimensión (social, económica, ambiental), que resulta del promedio de los indicadores de la misma. A su vez el promedio de las tres dimensiones constituye el índice general.

Una aproximación metodológica a la evaluación de sustentabilidad de la lechería familiar: el caso de la colonia Daniel Fernández Crespo: este trabajo fue efectuado por García (2008) como tesis de grado de la carrera de Doctor en Ciencias Veterinarias. Se propone analizar algunos de los principales procesos de sustentabilidad que atraviesan los sistemas lecheros familiares a partir del uso de indicadores. Para ello se trabajó en la Colonia Daniel Fernández Crespo, con treinta y una de sus familias, en el marco de un proyecto universitario de extensión. Se utilizó un método de evaluación que contó con catorce indicadores prediales de sustentabilidad, contemplando las dimensiones social, económica y agro-ecológica. Dentro de cada una de las dimensiones se reconocen ámbitos específicos de la sustentabilidad, para los cuales se definen indicadores y sus variables a considerar. Estos indicadores conllevan una ponderación, siendo su puntaje acumulable a la interna de cada dimensión. El sistema de indicadores aplicado se basa en Tommasino et al., que toma como referencia el método IDEA, y lo adapta a la situación de la lechería familiar de San José (García, 2008). La información se recoge mediante entrevistas a nivel predial e individual. También se implementó una de las etapas del Diagnóstico Visual Rápido.

Manual de evaluación de sistemas lecheros familiares a través de indicadores de sustentabilidad: este manual explicativo presenta y detalla un sistema de indicadores para evaluar la sustentabilidad de predios lecheros, está orientado fundamentalmente a predios familiares. Fue elaborado a partir de una consultoría realizada por la Asociación de Productores Lecheros de San José, financiada por el PPR.

Se propone como una herramienta para que técnicos, productores e instituciones vinculados a la lechería familiar, monitoreen los procesos de desarrollo a nivel predial y territorial (URUGUAY. MGAP. PPR. APL, 2008).

Uno de los objetivos del manual es guiar la colecta de información necesaria para construir los indicadores. También se menciona como meta el proporcionar una base teórica y metodológica para discutir y evaluar los procesos de sustentabilidad de la producción lechera familiar.

El sistema de indicadores se compone por tres dimensiones (social, económica-productiva y agroecológica); cada una de las dimensiones se integra a una serie de ámbitos que definen las grandes líneas (13 en total), y por 19 indicadores con un total de 35 variables. Este conjunto fue definido en base a la experiencia del equipo que elaboró la propuesta, documentos teóricos y trabajos similares (URUGUAY. MGAP. PPR. APL, 2008). Los indicadores están sujetos a ponderación y acumulación de puntaje por cada dimensión en forma independiente, se centran en los itinerarios técnicos prediales, haciendo énfasis en los procesos y manejos prediales y no en la medición de sus efectos. En cada uno de los indicadores se pauta un valor máximo y un intermedio. A nivel global se obtiene un nivel concreto de sustentabilidad para el sistema en análisis (García et al., 2010).

La información se obtiene por entrevistas estructuradas y guías de observación. Las entrevistas están formadas por encuestas; una predial, en la que se recoge los datos para los indicadores económicos, y otra individual enfocada a los aspectos sociales. La guía de observación se completa junto a la familia, con elementos del Diagnóstico Visual Rápido y está dirigida a la dimensión ecológica (García et al., 2010)

Este método fue aplicado en el marco del Programa "Manejo Integrado de los Recursos Naturales y la Diversidad Biológica" (MGAP), a cien establecimientos familiares con la lechería como principal rubro, a los cuales concurrieron veinte técnicos de campo (García et al., 2010).

Determinantes de la sustentabilidad de los productores familiares criadores. Una aproximación interdisciplinaria con metodologías múltiples: este informe de consultoría contratado por el Programa Ganadero del MGAP buscó promover la formación de un grupo de trabajo que sintetizara la experiencia en el país en cuanto a producción ganadera familiar e introdujera la visión de la sustentabilidad en el análisis.

Los objetivos de los servicios de consultoría fueron la implementación del grupo de Zoom (con integrantes del MGAP, IPA, INIA, UdelaR) y el análisis

de factores que afectan la adopción de tecnologías en la ganadería de cría (IPA, 2008). También desarrollar una metodología que permita evaluar la percepción de los sistemas de decisión–producción, para avanzar en el conocimiento de sus principales aspiraciones productivas, culturales y familiares y en qué medida éstos pueden ser apoyados por el programa para lograr una mayor sustentabilidad de los sistemas en el medio rural (URUGUAY. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA, s.f.).

Entre las metodologías abordadas se encuentran los indicadores de sustentabilidad para la ganadería familiar de cría. El sistema de evaluación de sustentabilidad propuesto determina tres dimensiones de análisis, (social, económica y agroecológica) y sus ámbitos específicos. Las dimensiones, ámbitos e indicadores fueron definidos en base a la experiencia de trabajo de campo, la discusión de documentos teóricos y trabajos similares. Se definen nueve ámbitos, y doce indicadores. Los indicadores se ponderan y acumulan puntaje por dimensión y a nivel global determinan un nivel concreto de sustentabilidad para el sistema considerado. Se asigna a cada indicador un valor óptimo de acuerdo al peso relativo que tiene dentro de cada dimensión (IPA, 2008).

Se plantea como un método rápido y de fácil aplicación, que diagnostica el proceso de sustentabilidad en que se encuentran los sistemas de producción ganaderos familiares.

Para la construcción primaria de indicadores se toma como punto de partida la información de las bases de datos prediales del Programa Ganadero y del IPA.

Valorizando lo nuestro: la gente y las pasturas naturales: este concurso fue organizado por el IPA. Su objetivo fue rescatar experiencias de manejo correcto y/o innovador del campo natural y destacar la capacidad del sistema familia/predio de adaptarse a los cambios internos y externos, promoviendo formas más integrales de evaluar el funcionamiento de los establecimientos ganaderos. Los predios destinatarios fueron aquellos cuyos ingresos fueran mayormente de la actividad ganadera y que su proporción de pasturas naturales superara el 70% de la superficie.

El diagnóstico de los procesos de sustentabilidad se basó en la selección de indicadores. Las dimensiones, ámbitos (9) e indicadores (11) se definieron tomando como base el trabajo del Grupo Zoom, discusión de documentos teóricos y trabajos similares. Los indicadores fueron ponderados, acumulando puntaje por dimensión y determinando un nivel de sustentabilidad para el predio. A cada indicador le corresponde un valor óptimo (Molina y Boné,

2009). De manera intencional se lo adjudicó a la dimensión agroecológica mayor importancia relativa. El campo natural se visualiza como un factor clave en el desempeño de la ganadería (Molina, 2010). Para evaluar la condición de la pastura natural se utiliza del método propuesto por Pereira (2009). El autor evalúa el “estado de salud” del campo natural ponderando tres aspectos: las especies que componen el tapiz, su grado de cobertura del suelo y el enmalezamiento.

En el concurso participaron 51 predios ganaderos, abarcando 44.600 ha, distribuidos en 13 departamentos. La información se relevó a nivel de campo a través de una encuesta predial y otra individual.

A los titulares se les entregó al final del concurso un informe con los resultados del diagnóstico, así como también la comparación con los cinco predios mejor evaluados. Así mismo se destacan en el informe las oportunidades de mejora y fortalezas del sistema.

La evaluación del concurso fue positiva, tanto por la participación de los productores, la información recogida, como por el avance en la metodología de evaluación (Molina, 2010).

Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad predial en agroecosistemas agrícola-ganaderos del litoral del Uruguay: esta propuesta fue elaborada como trabajo final para obtener el Diploma en Desarrollo Rural Sustentable, de las estudiantes Albicette y Brasesco, posteriormente fue publicado en la revista Agrocienza. El objetivo del estudio es evaluar la sustentabilidad a nivel predial de sistemas de producción agrícola-ganaderos, utilizando el MESMIS. Se tomó como referencia 13 establecimientos agropecuarios empresariales que integran el Grupo Río Negro. Para la selección de indicadores se trabajó en régimen de taller con los productores, se propusieron 53 indicadores, que contemplan las tres dimensiones. El método de medición y la escala fueron propuestos por las autoras. Éstas, mencionan como tarea posterior la priorización de 10 a 16 indicadores (Albicette et al., 2009).

Propuesta de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de sistemas intensivos de producción hortícola: esta propuesta se encuentra dentro del Proyecto EULACIAS- Uruguay. Este proyecto tiene como objetivo principal contribuir a revertir el uso insostenible de los recursos naturales utilizados en agricultura y los resultados económicos insuficientes de los productores familiares en tres estudios de caso en Latinoamérica, sistemas de producción lecheros de México, frutícolas en Argentina y hortícolas del sur de Uruguay. El estudio se basa en tres dominios: enfoque de sistemas (complejos),

el aprendizaje social, y el monitoreo dinámico de los proyectos (Dogliotti et al., 2010).

Para la evaluación de los 17 sistemas nacionales cuya principal actividad productiva es la horticultura se adoptó el MESMIS; se identificaron los puntos críticos, y se elaboraron y monitorearon 39 indicadores, que contemplan las tres dimensiones de la sustentabilidad (Chiappe et al., 2010).

Evaluación de la sustentabilidad en sistemas lecheros del área de influencia de la EEMAC, Uruguay: este trabajo se desarrolló en el marco de la tesis de grado de la carrera de Ingeniería Agronómica, de los estudiantes Cardozo y Uribe. Parte de la premisa que el crecimiento del sector lechero en los últimos años, basado en un mayor uso de insumos externos al predio y en la intensificación del uso de los recursos naturales, conduce a aumentos de productividad, pero compromete la conservación de la base productiva y la sensibilidad frente a cambios a largo plazo en el ambiente (Cardozo et al., 2010).

El trabajo toma como sujeto de estudio cuatro sistemas de producción ubicados en el área de influencia de la Estación Experimental Mario A. Cassinonni de Facultad de Agronomía. En los cuales se propone determinar y confirmar los puntos críticos del área biofísica y productiva, a través del uso de 13 indicadores. Se utilizó el MESMIS (Cardozo et al., 2010).

Evaluación de la sustentabilidad de la producción familiar de cerdos a campo: un estudio de seis casos en la zona sur de Uruguay: este trabajo fue llevado a cabo por Oyhantçabal como tesis de la carrera de Ingeniería Agronómica. Dentro de los objetivos se encuentra generar una metodología específica para evaluar la sustentabilidad de la producción familiar de cerdos a campo, y obtener líneas de interpretación de su sustentabilidad a través del análisis relativo y horizontal de seis casos en el sur de Uruguay. En cada establecimiento se realizó una caracterización global del sistema y se evaluó la sustentabilidad a través de indicadores. La información se obtuvo mediante una entrevista semi-estructurada y un diagnóstico visual rápido; ambas técnicas son parte del método Diagnóstico Rural Rápido. Se adaptaron al rubro, metodologías nacionales de evaluación de la sustentabilidad para predios lecheros y ganaderos; las que se basan en el MESMIS y en el método IDEA (Oyhantçabal, 2010). En el estudio se abarcan las dimensiones social, económica y agroecológica, cada uno se integra de varios componentes (13 en total). Se seleccionaron y evaluaron 31 indicadores. Tanto los componentes como los indicadores se ponderan, de forma de lograr una agregación por dimensión.

## 2.3 CAMPO NATURAL Y SISTEMAS PASTORILES

Los Campos Suramericanos son una región ecológica ubicada entre los 24°S y los 35°S, incluye sureste de Brasil, sureste de Paraguay, noreste Argentino y Uruguay, cubriendo un área de 500.000 km<sup>2</sup>. Los campos tienen enorme potencial para la producción bovina, ovina y equina. Este potencial deriva de las buenas condiciones ambientales, particularmente climáticas, que permite el crecimiento de una gran diversidad florística de plantas comestibles, que producen una enorme cantidad de forraje a lo largo del año. El clima es de subtropical a templado, con marcadas fluctuaciones estacionales; es subhúmedo; el potencial de evapotranspiración en verano es mayor que la precipitación, lo que conlleva deficiencias de humedad en el suelo (Royo Pallarés et al., 2005).

*“El campo natural es una cobertura vegetal formada por gramíneas, plantas herbáceas y subarborescentes, donde los árboles son raros”* (Berretta y do Nascimento, 1991). Esta cobertura vegetal, se desarrolla ininterrumpidamente sobre un mosaico de suelos y topografías diferentes, lo que determina en cortas distancias variaciones importantes en fertilidad, regímenes hídricos, insolación, temperaturas, imprimiendo características particulares sobre las comunidades vegetales que se desarrollan sobre ellos (Del Puerto 1987, Berretta 2001). Como resultado de la íntima asociación suelo-planta, las praderas naturales son un complejo mosaico constituido por muchas especies que cambian sus frecuencias y sus hábitos fisiológicos y ecológicos, adaptándose a las condiciones cambiantes del material geológico, suelo, topografía, bajo el efecto del manejo del pastoreo (Milot et al., 1987).

La variación temporal del campo natural está regida por factores climáticos, especialmente las precipitaciones (Berretta, 2003a), las que explican gran parte de la producción de forraje (Berretta et al., 2000).

El ecosistema de los campos es altamente estable y es capaz de recuperarse luego de eventos violentos como la sequía (Berretta, 2003b).

La familia botánica más numerosa es la Gramineae (400 especies aproximadamente), con especies de crecimiento estival (C4) e invernal (C3), esta asociación es una característica inusual de los campos uruguayos, las especies estivales son dominantes. Las Tribus estivales más importantes son Paniceae, que incluye especies de los géneros *Paspalum*, *Panicum*, *Axonopus*, *Setaria*, *Digitaria*, etc.; Andropogoneae, con *Andropogon*, *Bothriochloa*, *Schizachyrium*, etc.; Eragrostea, con *Eragrostis*, *Distichlis*, etc.; y Chlorideae, con *Chloris*, *Eleusine*, *Bouteloua*, etc. Las Tribus de gramíneas invernales más

importantes son Poaceae, con los géneros *Bromus*, *Poa*, *Melica*, *Briza*, *Lolium*, *Dactylis*, etc.; Stipeae, con *Stipa* y *Piptochaetium*; Agrostideae, con los géneros *Calamagrostis*, *Agrostis*, etc. (Rosengurtt et al., 1970). Otras familias presentes son Compositae, Leguminosae, Cyperaceae, Umbelliferae, Rubiaceae, Plantaginaceae y Oxalidaceae. La frecuencia de leguminosas nativas es baja, entre 5 y 2% según la región (Berretta 2001b, Pereira Machín 2003).

La abundante diversidad de especies y genotipos de gramíneas nativas, heterogéneas en fisiología y hábitos de crecimiento, han permitido la selección natural bajo la presión de pastoreo, variando su frecuencia y presencia, determinando la estructura de mosaico característico de las comunidades del campo natural (Millot et al., 1987).

El tapiz está integrado por especies dominantes, comunes en la mayoría de los campos, pero con frecuencia variable, y otras especies asociadas. Sólo entre 7 y 15 especies hacen un aporte importante a la producción de forraje.<sup>1</sup> La identificación de dichas especies es clave para planificar el manejo de ganado que mantenga y/o aumente la productividad. También hay que tener en cuenta las aquellas especies que indican ciertos hábitats. El conocimiento de la dinámica de las comunidades vegetales permite planificar las subdivisiones del predio (Berretta 1988, Royo Pallarés et al. 2005).

Por tanto el manejo del pastoreo es una herramienta para mejorar la productividad de las pasturas naturales, para lograr este objetivo deben evitarse tanto el sobrepastoreo como el subpastoreo (Berretta, 1988). Para Rosengurtt (1943) la influencia del pastoreo sobre el tapiz vegetal es tan fuerte como el clima o el suelo, el autor lo recalca como el factor más importante, puesto que es el único que se puede manejar.

El pastoreo, a través de cambios en los tipos vegetativos, sería el principal factor que mantiene nuestros campos en fase pseudoclimática herbácea (Vieira da Silva, citado por Berretta, 1998). El manejo del pastoreo lleva implícito el control de un sistema complejo que incluye animales, pastizales, suelos, que están íntimamente relacionados, y todo esto afectado por el clima. El hombre debe contemplar diversos factores para lograr que el sistema sea productivo, eficiente y sostenible. El éxito se obtiene cuando el productor logre ponderar real, equilibrada y armónicamente los factores que inciden en el desempeño del sistema (Pizzio y Royo Pallarés, 1998).

---

<sup>1</sup> Pereira Machín, M. 2010. Com. personal.

En la medida que la acción antrópica es menor, existe la tendencia a mantenerse una mayor diversidad de especies en las pasturas naturales (Olmos, citado por Boggiano, 2010).

En todos los campos predominan especies perennes de varias familias, mientras que las anuales son infrecuentes, pero pueden tornarse importantes en algunas estaciones del año o debido a prácticas de manejo, como métodos de pastoreo, fertilización o introducción de exóticas o leguminosas (Royo Pallarés et al., 2005). La mayoría de las especies presentes son estivales, de tipo productivo ordinario (Berretta 1988, Carámbula, citado por Pereira Machín 2003, Zanoniani y Boggiano 2007), resultado del manejo pastoril abusivo e irracional al que han sido expuestas las buenas forrajeras invernales.

La producción de biomasa en suelos superficiales o de baja fertilidad es de aproximadamente 2500 kg MS, en suelos intermedios 3500 kg MS y en suelos profundos y fértiles es de más de 5000 kg MS (Formoso 1990, Berretta y Bemhaja 1991). Esta producción anual para la mayoría de las comunidades se concentra principalmente en primavera-verano (80-85%) en campos arenosos y 60 a 70% en vegetaciones con pico de crecimiento otoñal. La producción de invierno varía entre 6 y 7 % en suelos arenosos y entre 10 y 15 % en otros tipos de campos (Berretta, 2003a), en esta estación por lo general se registran pérdidas de peso en los animales.

La producción se basa en el crecimiento de primavera-verano, las altas tasas de crecimiento de las especies estivales, acompañando las precipitaciones, generan la dilución de los nutrientes y por consiguiente, merma la calidad del forraje ofrecido. El campo natural presenta digestibilidades bajas, con valores promedio en el verano: 48-50 %, invierno: 58%, primavera: 62 % y otoño: 55 %. Valores menores a 50 % estarían limitando seriamente el consumo, y por tanto la energía necesaria, para satisfacer necesidades de desarrollo (Pereira Machín, 2003). El contenido de proteína cruda de las pasturas cubre las necesidades de mantenimiento de bovinos y ovinos permitiendo alcanzar niveles moderados de producción, considerando que los animales en pastoreo son capaces de seleccionar una dieta con un contenido mayor de proteínas (Carámbula, citado por Pereira Machín, 2003). Los valores de proteína cruda se encuentran en el rango de 5 a 15%, los valores más altos se registran en invierno y primavera, independientemente del ciclo de crecimiento de las plantas, y los más bajos en verano (Berretta, 2003b).

El contenido de fósforo de la mayoría de los campos naturales es menor que los requerimientos para mantenimiento de vacas y ovejas, las probabilidades de deficiencias son mayores en primavera-verano, y con cría al

pie. Otros minerales que podrían estar en cantidades menores a los requerimientos son el zinc y el azufre (Pereira Machín, 2002).

Para Pereira Machín (2002) los problemas de calidad del forraje en verano pueden ser sorteados mediante el ajuste de los requerimientos, y no representaría un obstáculo para la cría ovina y vacuna y la invernada tradicional.

La degradación del campo natural se refiere al proceso de sustitución de especies productivas por otras de menor valor forrajero, como hierbas enanas, y gramíneas de bajo rendimiento (Rosengurtt, 1943). El campo natural es susceptible a degradación, lo que según Berretta et al. (2000) se relaciona con el pastoreo continuo, altas dotaciones y alta relación ovino/vacuno; los autores mencionan como signos de degradación el aumento de hierbas enanas y pastos estoloníferos, adaptados a esas condiciones de pastoreo, y reducción en la frecuencia de los cespitosos, así como también la reducción en el número de especies

Tanto Rosengurtt (1946) como Millot et al. (1987) proponen escalas para cuantificar el estado de degradación del tapiz vegetal. También fue propuesto por Pereira Machín (2009) como uno de los indicadores para evaluar el estado de salud del campo natural.

Para Pereira Machín (2002) la degradación implica la alteración del equilibrio entre la pastura y los animales, mermando el potencial productivo, y por ende la capacidad de carga. Las principales causas serían la agricultura convencional, uso sostenido de herbicidas no selectivos; manejo incorrecto del pastoreo; quemas reiteradas y sin planificación y episodios climáticos extremos, como la sequía.

El recurso forrajero ha sido utilizado de manera extractiva durante siglos debido al pastoreo. En un ecosistema cerrado el balance de los nutrientes se mantiene, al no haber exportaciones de los mismos, pero en la situación del campo natural, algunos elementos salen del ecosistema con los productos que de él se retiran (Berretta, 1998).

Algunas de las limitantes de la producción ganadera son: faena tardía (4 años); bajo porcentaje de parición (65%); bajo peso de destete (130-140 kg); avanzada edad al primer entore (3 años) y bajas tasas de extracción (18-20%). En los sistemas extensivos la producción de carne es del entorno de 65 kg carne/ha (Berretta, 2003b). Es probable que el manejo inadecuado del campo natural sea uno de los factores que inciden en éstos índices.

Altesor et al. (2005) identifican dos vacíos importantes de información sobre el campo natural: 1) en la descripción de la heterogeneidad en los aspectos estructurales (cobertura total, composición específica o de tipos funcionales de plantas) y funcionales (intercambio de materia y energía) a nivel regional y local 2) la falta de un modelo de repuesta al pastoreo. Para los autores es esencial a la hora de decidir el manejo el conocimiento de cómo están compuestas y cómo se distribuyen las unidades de vegetación. Su descripción, sobre bases objetivas y definiendo especies indicadoras de cada unidad permite caracterizar la heterogeneidad de las praderas a nivel de establecimiento y de potrero.

### Puntos críticos

A continuación se resumen los aspectos positivos y negativos del recurso campo natural que influyen en la producción ganadera, los aspectos vinculados a los servicios ecosistémicos fueron abordados en otro capítulo. No sería correcto nombrarlos como fortalezas y debilidades, puesto que no se contemplan únicamente propiedades o cuestiones intrínsecas de los sistemas.

#### Aspectos positivos:

- Gran potencial de producción primaria y secundaria.
- Diversidad de especies.
- Capacidad de recuperación luego de disturbios como la sequía.
- Buen “piso” para el ganado.
- Posibilidad de obtener repuestas favorables sin grandes inversiones, priorizando la organización y control del sistema, con medidas como ajuste de carga, subdivisiones, manejo del pastoreo, promover semillazón.

#### Aspectos negativos:

- Alta variabilidad anual en la producción de biomasa, dependiente de las lluvias.
- Diferencias estacionales en la producción muy acentuadas.
- Pobre calidad del forraje (bajos niveles de digestibilidad y proteína cruda). Asociado a la baja frecuencia de leguminosas.
- Pobre oferta invernal.
- Riesgo de degradación.
- Es común encontrar suelos pobres en fósforo y nitrógeno.
- Sensibles a la invasión por malezas de alto y bajo porte, dentro del primer grupo se encuentran las malezas de campo sucio y del segundo las malezas menores y enanas (Rosengurtt, 1979)
- Susceptible a la invasión de especies exóticas
- Predominancia de pastos ordinarios.

Por último debe mencionarse que el avance de la agricultura trajo aparejado la desaparición de los campos más productivos.<sup>2</sup>

## 2.4 COLINAS Y LOMADAS DEL ESTE

La cuenca de la Laguna Merín se puede dividir en tres zonas de acuerdo a su topografía: sierras, colinas y lomadas y llanuras. Dichas zonas se encuentran ubicadas geográficamente en forma de escalones que descienden hacia la Laguna Merín, los suelos y vegetación son particulares a cada zona (Mas, citado por Ayala et al., 2001). Ver Mapa 1.

En la región sureste las temperaturas medias en enero son de 24° C y las de julio de 11.5° C, y la precipitación promedio anual de 1000 a 1100 mm. El período libre de heladas es de 230 días anuales. En la zona de colinas y lomadas la capacidad de almacenaje de agua varía entre 50 y 150 mm (Millot et al., 1987).

Las colinas tienen pendientes suaves (2%) en el Sur a moderadas (12%) en el Norte. Los afloramientos rocosos son escasos, la profundidad y fertilidad de los suelos aumenta de norte a sur, desde la unidad Bañado de Oro hasta la unidad José Pedro Varela. Los suelos dominantes son Brunosoles generados por sedimentos limoarcillosos sobre basamento cristalino, la fertilidad es media y el drenaje de moderado a imperfecto (Millot et al., 1987).

Las lomadas tienen pendientes suaves (1-4%), con suelos bastante profundos de fertilidad variable, sin rocosidad. Los suelos predominantes de las lomadas del este son Planosoles y Argisoles, caracterizados por su baja fertilidad natural, limitaciones físicas para el crecimiento de las plantas, y cuando son laboreados alto riesgo de erosión, degradación e infestación por *Cynodon dactylon*. Según la clasificación por capacidad de uso del USDA, éstos suelos se encuentran entre la clase III (arables con limitaciones) y IV (no arables, excepto para usos ocasionales o especiales) (Terra et al., 2003).

Para la zona de lomadas la unidad de suelos Alférez es la más importante, por ocupar 280.000 ha e incluir los suelos más fértiles. Los suelos dominantes son Brunosoles, que ocupan las laderas suavemente convexas, y los asociados Planosoles (en zonas altas) y Argisoles (Millot et al. 1987, Mas, citado por Carámbula et al. 1997). La mayoría de los suelos de Alférez se caracterizan por ser moderado a fuertemente ácidos, y fértilmente pobres, con

---

<sup>2</sup> Pereira Machín, M. s.f. Manejo del campo natural. Instituto Plan Agropecuario. Curso a distancia. Material de clase (sin publicar).

deficiencia crónica de fósforo, presentando la mayoría de los suelos alta fijación de este nutriente. También la mayoría de ellos pueden presentar condiciones extremas de humedad, con excesos pronunciados por mal drenaje y carencias marcadas secas, al poseer baja capacidad de almacenaje de agua (Ayala et al., citados por Bermúdez et al., 2003). El material generador son sedimentos limo arcillosos de edad cuaternaria sobre Basamento Cristalino (Mas, citado por Carámbula et al., 1997).

Las colinas y lomadas ocupan 1:350.0000 ha (Mas, citado por Bermúdez et al., 2003).

El campo natural representa 80% de la superficie de lomadas, las existencias ganaderas son 900.000 vacunos, 870.000 ovinos y 34.000 equinos (Berretta, 2003b), la relación lanar/vacuno es de 0.97.

Las Unidades de Suelos comprendidas en el área de estudio son:

- Colinas: Bañado de Oro, José Pedro Varela, Las Toscas, Los Mimbres, San Carlos, Tres Islas, Valle Aiguá, Zapallar, Zapicán
- Lomadas: Alférez, Angostura, Arroyo Blanco, Fraile Muerto, Lechiguana, Los Mimbres, Palleros, Rincón de la Urbana, San Carlos, Tala – Rodríguez, Valle Aiguá, Valle Fuentes, Vergara, Zapallar, Zapicán (Saravia, s.f.)

Las colinas y lomadas del este se encuentran en el Grupo III de la clasificación de suelos elaborada por la Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico, CIDE. Ver Mapa 2. Este grupo incluye suelos profundos, de textura media, con permeabilidad baja y fertilidad media a baja (Berretta, 2003b). Asociados con una baja proporción de suelos superficiales (Berretta et al., 2000). Es frecuente encontrar suelos de textura media con subsuelo pesado y fuertemente estructurado, con periodos de saturación de humedad y cuando se secan se endurecen. Las principales limitantes de los suelos son: el alto riesgo de sequía, la susceptibilidad a la erosión, el bajo a medio contenido de materia orgánica y la fertilidad media (Berretta, 2003b).

La producción de los campos naturales en la zona de colinas y lomadas permite la cría o engorde de vacunos y ovinos en baja carga, pero llegando los animales a grados de terminación a edades avanzadas (Bermúdez et al., 2003).

La producción anual promedio de las lomadas es de 3600 kg MS/ha/año, la mayoría de las especies (80-85%) son perennes estivales, debido a la baja fertilidad de los suelos y a la persecución que por mal manejo han debida soportar las pocas gramíneas invernales productivas presentes en el tapiz. A pesar de la biodiversidad, es bajo el número de especies que

contribuyen a la producción, se destaca la asociación *Paspalum notatum* - *Axonopus affinis*. Las especies predominantes, mayoritariamente del tipo C4, son de genotipos rústicos, que les permiten predominar en ambientes marginales. La larga historia de pastoreo continuo y sobrecarga ocasionó erosión de los recursos genéticos, y el desarrollo de un tapiz adaptado al pastoreo (Ayala y Bermúdez, 2005).

El forraje tiene normalmente baja digestibilidad (48-62%) (Ayala et al. 2001, Berretta 2003b). Dichos valores de digestibilidad satisfacen los requerimientos nutricionales de las siguientes categorías: vaca de cría, vaca seca, ovino en mantenimiento, bovino mantenimiento.<sup>3</sup>

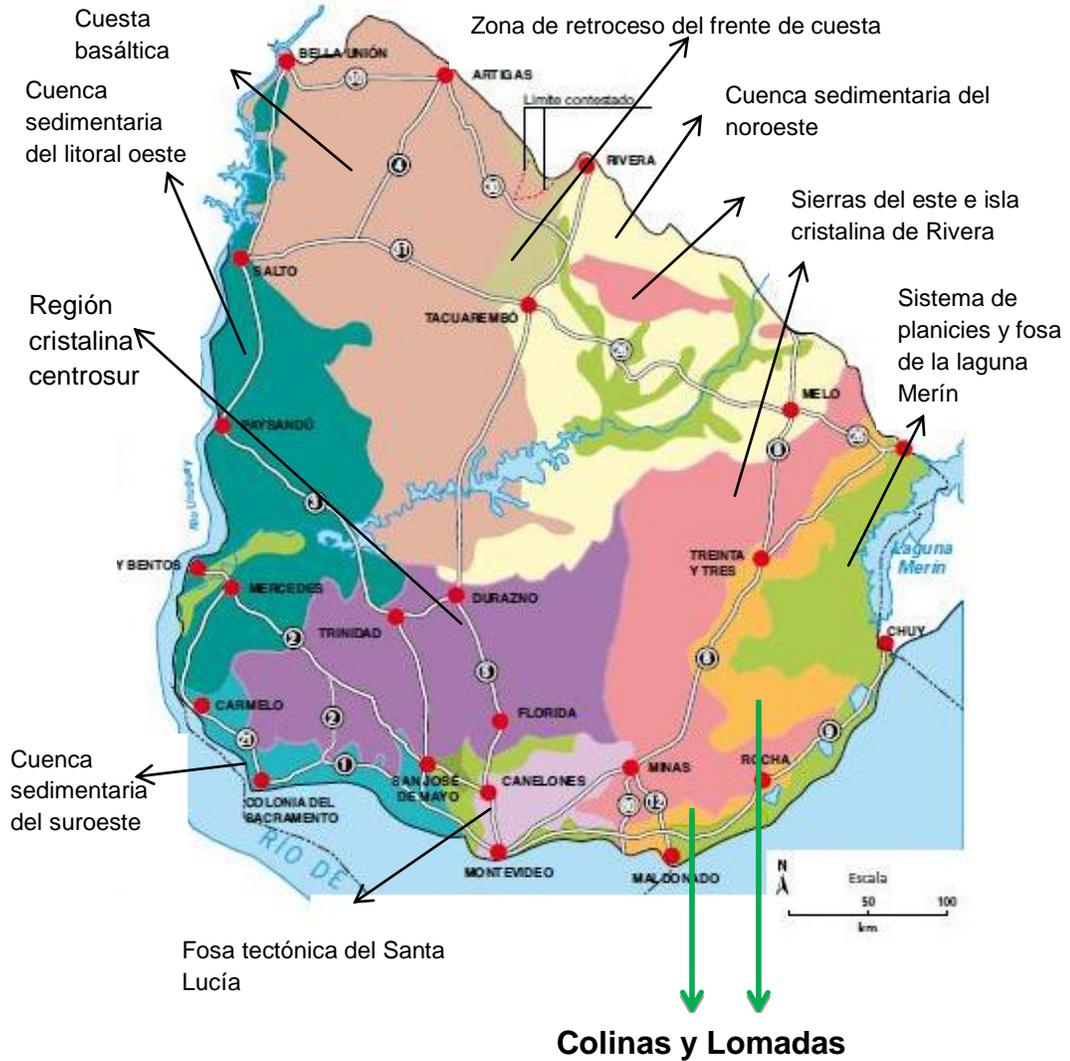
La producción promedio en 13 años de evaluación fue de 3425±1055 kg/ha de MS, distribuida de la siguiente forma: verano: 35%; otoño: 26%, invierno: 11%, primavera: 28%. También existe variación en la producción estacional; el otoño, el verano y el invierno son las más variables, y la primavera es la estación más estable. La producción total anual de forraje del mejor año (5245 kg MS/ha) triplicó a la del peor año (1192 kg MS /ha) (Bermúdez y Ayala, 2005). En la gráfica 1 se presentan las tasas de crecimiento mensuales de un Argisol de la Unidad Alférez.

Bermúdez y Ayala (2005) encontraron una respuesta positiva entre las precipitaciones y la producción de forraje en verano, primavera y otoño; con una respuesta de 2,1, 1,9 y 1,5 kg MS/ha/mm de lluvia acumulado en la estación. ( $r^2$ : 0,57; 0,46; 0,50 respectivamente) En el invierno no se encontró correlación entre las lluvias y la producción de forraje. Los autores también analizaron la asociación entre la producción estacional de forraje y la temperatura; hallaron una correlación en otoño y primavera; 498 y 322 kg MS/ha/ °C de temperatura media estacional ( $r^2$ = 0,51 y 0,46); en invierno y verano no encontraron respuesta.

---

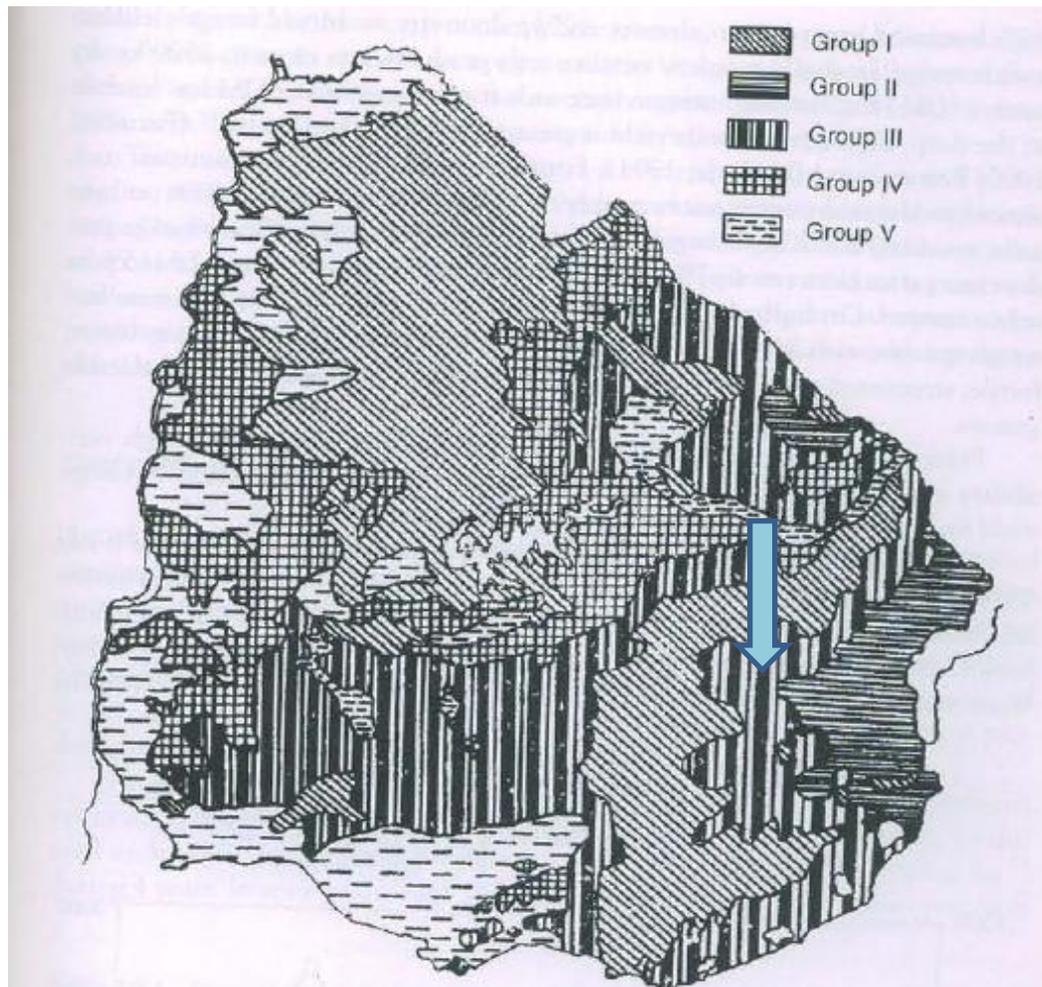
<sup>3</sup> Formoso, D. s.f. Región centro sur cristalino central campo natural y mejoramientos extensivos (sin publicar). Presentación 84 diapositivas.

Mapa No. 1: Sectores geomorfológicos de Uruguay (Panario)



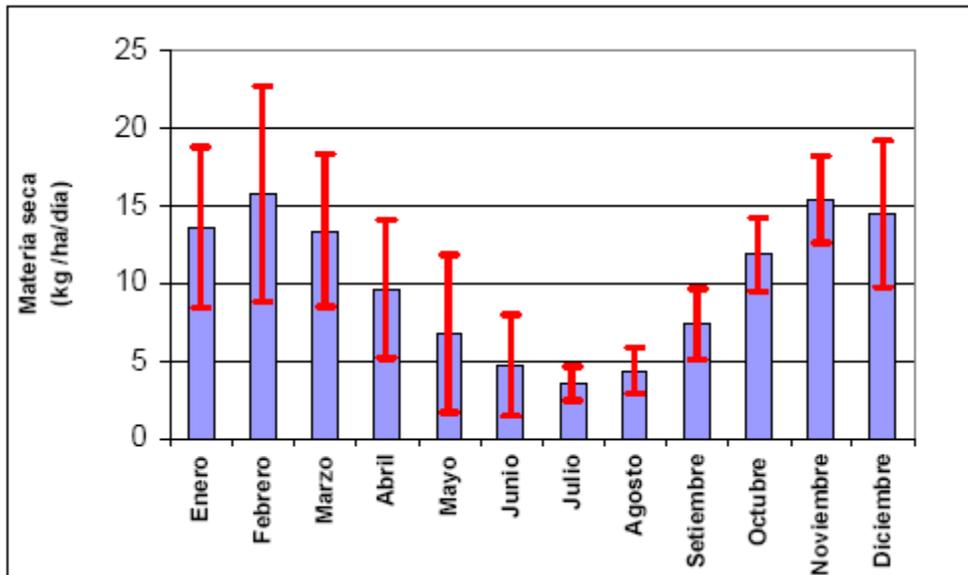
Fuente: extraído de Álvarez y De Souza Rocha (s.f.)

Mapa No. 2: Grupos de suelos más importantes del Uruguay. La flecha indica la región de colinas y lomadas del este



Fuente: extraído de URUGUAY. CIDE. SECTOR AGROPECUARIO (1963)

Gráfica No. 1: Tasas de crecimiento diario promedio mensuales (kg MS/ha/día) y su desviación estándar de un campo natural sobre un Argisol de la Unidad Alférez, desde 1992 a 2002



Fuente: extraído de Bermúdez et al. (2003)

El promedio de la tasa de crecimiento diario por mes se calculó sumando los n años de registros divididos n. El rango corresponde al promedio  $\pm \sigma$ , por lo que es de esperar que en 2 de cada 3 años la producción de un período esté dentro del rango considerado (Bermúdez et al., 2003).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El propósito de este trabajo es la elaboración de una propuesta de indicadores agroecológicos que reflejen la sustentabilidad de predios con base a campo natural.

Para ello se utilizó una metodología de construcción de indicadores de sustentabilidad que adapta algunas ideas del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).

Se toman como referencia los primeros tres pasos del MESMIS:

1. Definición del objeto de la evaluación.
2. Definición de los puntos críticos.
3. Selección de indicadores y asignación de escalas.

La colecta de información y elaboración de la propuesta se realizó en etapas.

La primera etapa se basó en revisión bibliográfica sobre ecología y manejo de campo natural, a partir de la cual se elaboró una propuesta preliminar de indicadores.

En la segunda etapa se realizaron entrevistas y un taller de presentación. En estas instancias se convocó a expertos en temas de ecología de las pasturas, ecología vegetal, utilización y manejo de pasturas, pertenecientes a las Facultades de Agronomía y Ciencias de la Universidad de la República y del Instituto Plan Agropecuario.

En esta etapa se discutió la validez y utilidad de los objetivos del trabajo y se realizó una primera depuración de la lista de indicadores.

Como actividad complementaria a la realización de este trabajo se presentó en forma escrita y oral la propuesta preliminar de indicadores en el 1º Congreso de Co-Innovación de Sistemas Sostenibles de Sustento Rural. Este congreso fue organizado por el Proyecto Eulacias, Facultad de Agronomía e INIA (Quiñones y Picasso, 2010).

En la tercera etapa se continuó con la revisión de bibliografía, y ajustes en la lista de indicadores, y comenzó la asignación de escalas. Posteriormente se invitó a un taller de discusión a estudiantes avanzados de grado de la Facultad de Agronomía, ingenieros agrónomos en ejercicio, investigadores y productores. El que tuvo por objetivo mejorar la propuesta, contemplando e

integrando las visiones de los actores relevantes. También se discutió las escalas de los indicadores y se abordó someramente los métodos de medición. Se entregó un formulario a modo de encuesta individual para recoger la opinión de los presentes. En total participaron del taller 12 personas. Ver Anexo.

En la cuarta etapa se reunieron los insumos de las etapas anteriores y se elaboró la propuesta final. Como actividad complementaria se presentó un documento con la propuesta final, incluyendo indicadores y escalas en el 9º International Rangeland Congress (Quiñones y Picasso, 2011).

Es crucial que el ciclo de evaluación se complete, sólo así este trabajo cumplirá con su mayor objetivo, ser una herramienta de apoyo en el manejo del pastoreo del campo natural. Pero en el momento de delimitar el trabajo se entendió pertinente que los pasos siguientes (medición y monitoreo de los indicadores; integración de resultados y la elaboración de conclusiones y recomendaciones) se efectúen en una segunda fase.

También debe realizarse la salvedad de que no se abordan todas las aristas de la sustentabilidad, este trabajo se centra en la dimensión ecológica. Esto derivó en que no se analicen todos los atributos de los sistemas de manejo que propone el MESMIS. Los utilizados fueron: productividad, estabilidad, adaptabilidad/confiabilidad y resiliencia.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio son sistemas de producción ganaderos cuya base forrajera sea preferentemente campo natural, bruto, virgen, o restablecido (Rosengurtt 1946, Rosengurtt 1970, Rosengurtt 1977a) y campo natural mejorado.

La selección de indicadores se efectúa teniendo en cuenta los destinatarios de la propuesta: técnicos de campo y productores. Se intenta optar por indicadores de baja a media complejidad de monitoreo; que contemplen tanto la calidad como la cantidad de forraje y las problemáticas frecuentes del campo natural, tomando como marco los atributos de los agroecosistemas sustentables propuestos por el MESMIS.

Se toma como referencia el valor establecido por el Instituto Plan Agropecuario en el concurso “Valorizando lo nuestro, la gente y las pasturas naturales” de predios con 70% o más del área productiva con campo natural y campo natural mejorado.

Sin embargo, se advierte que las escalas y umbrales propuestos consideran datos solamente de campo natural, no mejoramientos.

La introducción de especies de leguminosas, fertilización y manejo favorecen el aumento de la frecuencia de invernales finas y tiernas e incrementan de notoriamente el rendimiento en forraje, según tipos de suelos y vegetaciones (Bemhaja y Berretta 1991, Berretta y Levratto, citados por Berretta et al. 2001b). En un experimento en la zona este la producción de forraje se triplicó con la fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio (Bermúdez y Ayala, 2005).

Por lo tanto las escalas de algunos de los indicadores propuestos, por ejemplo la carga óptima o porcentaje de invernales, no es la misma para un campo natural que para uno mejorado.

Si bien se entiende que los indicadores propuestos son válidos para todo el territorio nacional, los umbrales o valores de referencia varían de acuerdo a la zona agroecológica en que se desarrolle la evaluación. Es por ello que se eligió a la zona de las Colinas y Lomadas del Este para asignar los valores de referencia.

El cuadro 1 intenta caracterizar los predios de la zona de estudio con información actual. Como no se cuenta con datos por zona agroecológica se toma como fuente de información las planillas de la Dirección de Control de Semovientes (DI.CO.SE) del MGAP para el año 2009 de los departamentos en los que se ubican las colinas y lomadas del este.

Cuadro No. 1: Distribución de la superficie de pastoreo (%) y uso de la tierra (% del total) en Treinta y Tres, Lavalleja, Cerro Largo, Rocha, Maldonado y Zona Este (total de los 5 departamentos)

Uso de la tierra	T. y Tres	Lavalleja	C. Largo	Rocha	Maldonado	Zona Este
<b>Distribución de la superficie de pastoreo (%)</b>						
Praderas permanentes	6.3	4.6	4.3	8.3	4.7	5.6
Campo mejorado	5.3	7.7	4.2	8.7	6.8	6.3
Campo fertilizado	0.5	0.9	0.8	1.6	1.3	1.0
Cultivos forrajeros anuales	0.3	1.2	0.9	1.2	1.1	0.9
Campo natural y rastrojos	87.7	85.6	89.9	80.2	86.0	86.2
<b>Uso de la tierra (%)</b>						
Pastoreo	93.5	90.4	93.9	93.3	92.1	92.8
Tierras de labranza	2.5	1.2	1.7	1.5	0.6	1.6
Forestación	3.9	8.3	4.3	5.1	7.2	5.5
Huertas, frutales y viñedos	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total (há)	853.260	912.841	1.300.106	914.413	396.614	4.377.234

Fuente: elaborado en base a declaraciones juradas de URUGUAY. MGAP. DICOSE (2009)

En todos los departamentos es muy importante la cantidad de superficie destinada a la producción animal; las tierras de labranza y forestación implican el 7% del uso de la tierra, siendo casi nula la proporción de producción vegetal intensiva.

La superficie de pastoreo contempla las praderas artificiales permanentes, el campo mejorado, campo fertilizado, cultivos forrajeros anuales y el campo natural y rastrojos. Como se aprecia en el cuadro en los sistemas ganaderos de la zona este una alta proporción de la base alimenticia pastoril es explicada por el campo natural. Claramente no se pueden tomar como exacta

esta proporción, ya que en las planillas no se la distingue de la superficie de rastrojos.

Cuadro No. 2: Indicadores para Treinta y Tres, Lavalleja, Cerro Largo, Rocha, Maldonado y Zona Este

<b>Indicador</b>	<b>T. y Tres</b>	<b>Lavalleja</b>	<b>C. Largo</b>	<b>Rocha</b>	<b>Maldonado</b>	<b>Zona Este</b>
lanar/vacuno	0.64	0.72	0.64	0.49	0.68	0.62
novillo/vaca de cría	0.51	0.67	0.60	0.61	0.43	0.58
UG vacunas	547416	554248	811759	595978	225206	2734607
UG ovinas	81361	103696	132234	73840	40059	442125
UG/sup pastoreo	0.79	0.80	0.77	0.79	0.73	0.78

Fuente: elaborado en base a declaraciones juradas de URUGUAY. MGAP. DICOSE (2009)

En todos los departamentos, y por ende a nivel regional, el tipo de explotación clasifica como “Ganadero”; por ser la relación lanar/vacuno menor a 1. La orientación productiva es “Ciclo completo”; por encontrarse la relación novillo/vaca de cría entre 0,5 y 3; excepto en Maldonado dónde la orientación productiva clasifica como “Criador”, la relación novillo/vaca de cría es menor a 0,5.

## 4.2 SELECCIÓN DE INDICADORES

A continuación se presentan los indicadores elegidos según los atributos de sustentabilidad que define el MESMIS, así como también la escala, metodología de medición y la opinión en el taller de discusión.

La escala es directa, a mayor valor más sustentable, en cada indicador se presentan tres niveles. Esta “sencillez” de la escala se debe a que ni los indicadores, ni la metodología han sido validados a campo. Si bien ninguno es nuevo, la propuesta pretende funcionar como unidad, para lo que es preciso continuar este trabajo. Por tanto no tendría sentido complejizar la escala, cuando aún deben cumplirse una serie de etapas.

### 4.2.1 Productividad

El nivel de producción de un sistema pastoril es una medida integrada de la eficiencia de tres procesos: producción de forraje, utilización de los

animales del forraje producido, y conversión del forraje consumido a producto animal (Escuder, 1996).

En el Uruguay, la variabilidad entre y dentro de años en la producción y composición química de forraje del campo natural, constituye la principal fuente de riesgo en el resultado físico-económico del ecosistema ganadero (Soca et al., 2007a). Es por eso que los indicadores seleccionados para este atributo intentan caracterizar la cantidad y calidad de pasto del sistema, y su accesibilidad para el animal en pastoreo.

#### 4.2.1.1 Altura promedio invernal

##### Justificación

Allden y Whittaker, citados por Hodgson (1985) postularon que el consumo de forraje de los animales se puede explicar mediante la siguiente relación:

Consumo: tiempo de pastoreo\* tasa de bocado\* peso de bocado

El peso de bocado es la variable del comportamiento ingestivo que mejor refleja el consumo animal; ya que el aumento de alguna de las otras dos variables como compensación por la disminución de esta, opera sólo en cierto rango.

En los climas templados la altura es la característica del horizonte de pastoreo que mejor se asocia al peso de bocado (Hodgson, 1985).

Montossi et al. (1998) en un estudio sobre el comportamiento ingestivo de ovinos y vacunos, proponen que la elección entre diferentes fuentes de forraje está fuertemente influenciada por la tasa de consumo potencial. Y ésta a su vez, se relaciona con factores de la comunidad vegetal como: la altura y el volumen de forraje, y la distribución vertical y horizontal de los diferentes componentes de la planta y de la pastura (Allden y Whittaker, Stobbs, Hodgson, Burlison et al., Mitchell et al., Laca y Demment, Laca et al., Clark, citados por Montossi, 1998) y con factores inherentes a los animales (experiencia previa inmediata y experiencia de largo plazo, así como por el grado de apetito).

La altura de la pastura es un buen estimador de la cantidad de forraje presente que puede ser cosechada por el vacuno en pastoreo (Soca y Simeone 1998a, Berretta 2006). En base al registro de la altura de pasto es posible estimar la cantidad de forraje asignado al ganado, lo que posibilita la predicción

de la evolución del estado corporal del rodeo de cría (Pereira y Soca 1999, Soca et al. 2007b).

La conservación del campo natural y la obtención de ganancias de peso adecuadas de los animales están relacionadas con la altura del forraje disponible (Berreta, 2003a).

La altura de la pastura es la variable que surge como más promisoría para emplear para la predicción de la ganancia de peso en sistemas reales de producción (Nicol y Nicoll, citados por Soca et al., 1993).

La facilidad de medida y la gran incidencia en las relaciones encontradas en experimentos de pastoreo de la altura del tapiz con la producción de forraje (Parsons et al., citados por Soca et al., 1993), la disponibilidad de forraje (Montossi et al. 1998, Trujillo et al., citados por Soca et al. 2007b) ;el consumo de forraje (Hodgson 1985, Wright et al., citados por Soca et al. 2007b) y el desempeño animal (Soca y Orcasberro 1992, Apezteguia et al., Soca et al., citados por Soca et al. 1993) implica que la altura del forraje disponible en pastoreo continuo y la altura del forraje residual en pastoreo rotativo sean variables de fácil cuantificación para estimar la ganancia de peso de vacunos en pastoreo (Soca et al., 1993).

El manejo de la defoliación, (a través del manejo de la carga, categorías, y relación lanar/vacuno), es una herramienta que afecta tanto la producción anual de forraje como su distribución estacional (Bermúdez et al. 2003, Saldanha 2005). La frecuencia, intensidad, uniformidad y momentos de defoliación determinan la calidad y cantidad de forraje que puede alcanzar un campo a lo largo del tiempo (Ayala y Bermúdez 2005, Saldanha 2005), y también afecta la composición botánica (Pinto Olivera et al., 2004). A medida que aumenta la intensidad de pastoreo se reducen las cespitosas, y predominan las especies resistentes al pastoreo, como estoloníferas y rizomatosas; que mediante mecanismos de escape; reducen la probabilidad e intensidad de ser pastoreadas. Las mayores intensidades de defoliación ocasionan menores valores de cantidad y altura de pasto (Soca et al., 1993).

Para Rosengurtt (1946) *“las praderas de pastos altos son las mejores... Cada especie tiene un comportamiento de altura que le es característico, y el ganadero debe hacer el ojo para captar las variaciones que ocurren, y para prever las variaciones futuras de cada asociación pratense”*.

La manera de aumentar la eficiencia global del sistema es priorizando la captación de la luz solar por las pasturas, lo que aumenta la tasa de crecimiento de las pasturas, esto se lograría aumentando la altura del campo.

### Altura y disponibilidad de forraje

Para Montossi et al. (1998) *“la estimación y monitoreo de la disponibilidad de forraje presente en los sistemas pastoriles, es de fundamental importancia para ser utilizado como un método objetivo para ajustar decisiones de corto, mediano y largo plazo del manejo de pasturas y animales, buscando hacer coincidir las fluctuaciones estacionales del crecimiento de las comunidades vegetales con los requerimientos de las diferentes categorías y especies que integran el sistema productivo”*.

Dentro de los métodos indirectos para estimar la disponibilidad de forraje se encuentran: rising plate meter (RPM), pasture probe, apreciación visual, y altura de regla (Hodgson, citado por Montossi et al., 1998).

En un estudio desarrollado en 1996 y 1997 sobre suelos superficiales negros, medios y profundos en Basalto, Montossi et al. (1998) encontraron que tanto la altura medida con regla como el rising plate meter son métodos factibles de usar en campo natural. Siendo las mediciones de la regla en campo natural y en mejoramientos más precisas para estimar la disponibilidad de forraje, los autores recomiendan este método de “sencilla aplicación y escaso costo”.

Las funciones de disponibilidad (kg MS/ha) en función de la altura (cm) para las distintas estaciones fueron (Montossi et al., 1998):

$$\begin{aligned}y &= -299 + 335x \text{ (R}^2\text{=0.65) en otoño} \\y &= 449 + 162x \text{ (R}^2\text{=0.63) en invierno} \\y &= 106 + 217x \text{ (R}^2\text{=0.81) en primavera} \\y &= 380 + 120x \text{ (R}^2\text{=0.88) en verano}\end{aligned}$$

En ese estudio también se cuantificó la estructura vertical del tapiz, uno de los resultados fue que la mayor concentración de biomasa se encuentra en menos de 3 cm, donde se ubican las hojas muertas de gramíneas y los tallos (muertos y vivos) (Montossi et al., 1998).

En otoño e invierno, por debajo de 5-6 cm (alrededor del 1000 kg MS/ha, en suelos medios y profundos) los animales comienzan a perder peso (Berretta, 2006).

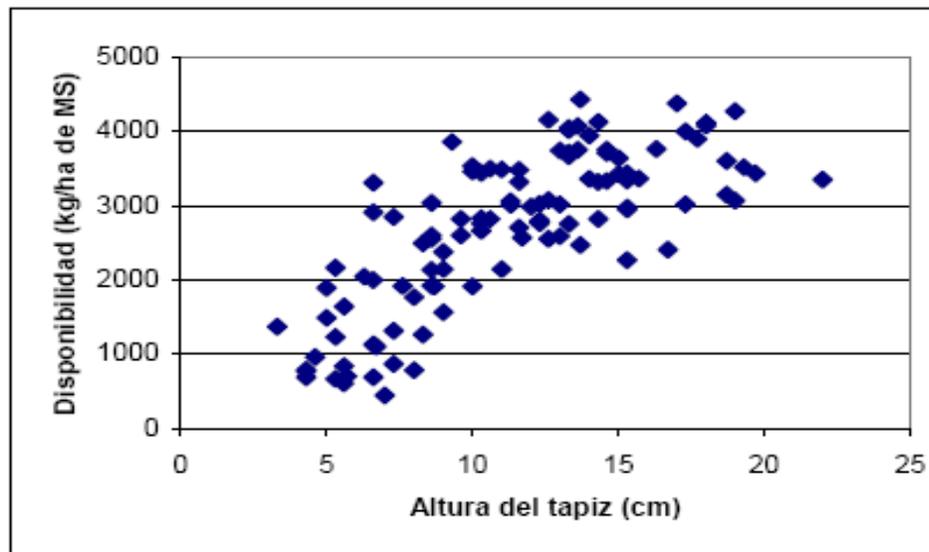
En trabajos efectuados en las estaciones experimentales de Facultad de Agronomía de Cerro Largo (EEBR), Paysandú (EEMAC) y Salto (EEFAS) también se encontró una estrecha asociación entre la cantidad de forraje (kg MS/ha) y la altura del mismo (Orcasberro et al., 1992).

La estrategia de manejo vacuno en pastoreo debe considerar no sólo la biomasa área total y la altura promedio del pasto, sino la cantidad que efectivamente se encuentra accesible para el animal (Orcasberro et al. 1992, Maraschin, citado por Royo Pallarés et al. 2005). Durante todo el año la mayor proporción de pasto se ubica por debajo de los 2,5 cm; en invierno las alturas promedio menores a 3 cm concentran el 80% del forraje por debajo de 2 cm (Orcasberro et al., 1992). Saldanha (2005) reporta que el 70% del forraje se encuentra en los primeros 5 cm contra el suelo. Aún con cargas instantáneas elevadísimas (80 UG/ha) la utilización del forraje no supera el 50% del disponible (Saldanha, 2005).

En el proyecto INIA-Facultad de Agronomía, FPTA- 242 la altura de forraje presentó una estrecha correlación con la cantidad de forraje verde ( $r = 0,75$ ;  $P < 0,001$ ; Soca et al., 2008a).

En un experimento en la estación Palo a Pique de INIA Treinta y Tres se encontró una asociación positiva y alta entre la altura del tapiz y la disponibilidad de forraje ( $r = 0,76$ ). Esta determinación se efectuó sobre un campo natural mejorado con trébol blanco, lotus y raigrás anual. El período de análisis fue de julio a setiembre de 2003. Las determinaciones de altura se realizaron cada 21 días en jaulas de exclusión de pastoreo (Rovira, 2005).

Gráfica No. 2: Asociación entre la altura del tapiz y la disponibilidad de forraje



Fuente: extraído de Rovira (2005)

No sería correcto extrapolar esta relación al campo natural sin mejoramiento, pero muestra la tendencia en la que se basa la propuesta de este indicador.

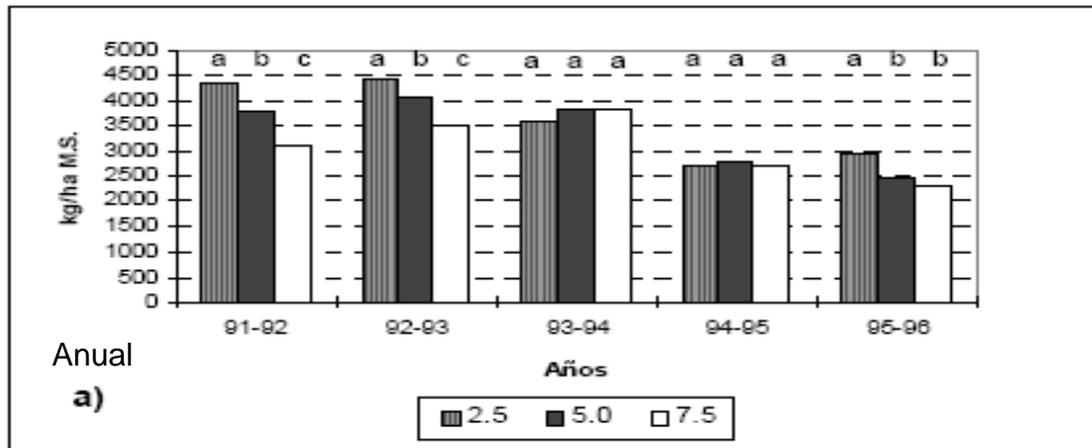
#### Altura y producción de forraje

En un experimento sobre un Argisol de la Unidad Alférez, Carámbula et al. (1997) determinaron el rendimiento y la calidad de forraje de un campo natural bajo distintas alturas de corte. Se presentan los resultados para el período 1991-1996.

En otoño la producción no superó las 1000 kg MS/ha; para tres de los cinco años en estudio no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. En invierno, para la mayoría de los años, a menor altura mayor producción de biomasa. Cabe destacarse que la producción fue ínfima en todos los tratamientos, menos de 500 kg MS/ha. La primavera mostró un comportamiento variable en los distintos años. Los autores aducen el aumento notable que se produce en la entrega de forraje en esta estación, afectaría de diferente manera el patrón de respuestas frente a las distintas alturas de corte. En verano la mayoría de los años 2,5 cm fue superior a 7,5 cm; en cuatro de los cinco años no hubo diferencias significativas entre 2,5 y 5,0 cm. Para los autores la altura óptima de defoliación estaría en ese rango.

Se registró interacción entre la variable altura de corte y año para la producción anual de forraje. En dos de los cinco años no hubo diferencia entre los tratamientos, en el resto, 2,5 cm se comportó como el mejor tratamiento. En el lapso de tiempo analizado alturas de 2,5 cm de corte acumulan mayor cantidad de biomasa que 7,5 cm. En la gráfica 3 se presentan los resultados.

Gráfica No. 3: Producción anual de forraje (kg MS/ha) según alturas de rastrojo (cm)



Fuente: extraído de Carámbula et al. (1997)

El tapiz de las lomadas está formado por especies de hábito de crecimiento rastrero, cuya producción se favorece por menores alturas de corte, ya que se remueven los puntos de crecimiento de las especies cespitosas, y por tanto se elimina la competencia por los recursos. Como consecuencia las especies rastreras logran crecimientos exitosos en defoliaciones intensas, ya que escapan al diente animal y logran grandes acumulaciones de biomasa contra el suelo.

Carámbula et al. (1997) concluyen que los pastoreos intensivos son los que aprovechan mejor el crecimiento de los estratos bajos; por su parte los pastoreos a 7,5 cm dejan como remanente material senescente de baja calidad. Los autores aconsejan pastoreos más bajos (alturas de rastrojo 2,5 cm) en invierno, en esa época es cuando más se justifica utilizar el forraje que se produce en la parte inferior del tapiz.

Se cree que esto ocasiona la persecución de las especies invernales cespitosas. No se presenta datos de desempeño animal, por tanto no se podría extrapolar a recomendaciones a nivel predial, si se tiene en cuenta que el costo energético de cosecha aumenta a menor altura del tapiz.

Un manejo poco intensivo provocaría, a mediano y largo plazo el aumento en la contribución de las especies cespitosas. Beneficiando la tasa de crecimiento a mayores alturas de pastoreo y la biomasa disponible para el consumo animal.

En cuanto a la calidad de la pastura (digestibilidad, proteína cruda y fibra detergente ácida) no se registraron diferencias importantes entre tratamientos en los promedios anuales, aunque se nota una tendencia a favor del tratamiento más intenso.

El invierno es la estación del año con mejor calidad. Pero no debe olvidarse que el valor de un forraje para la producción animal, su valor alimenticio (o valor productivo), es el producto de la concentración de nutrientes contenidos en el forraje (valor nutritivo) y la cantidad que el animal consume (Galli, 1996). El invierno tiene mayor valor nutritivo que el resto de las estaciones, pero pobre valor productivo. En lo que se presume son los datos del mismo experimento Ayala y Bermúdez (2005) adjudican esta mejora en la calidad del invierno a especies enanas y gramíneas anuales. También estos autores afirman que a pesar de la mayor producción de forraje el tratamiento de 2,5 cm generó mayor área de suelo descubierto.

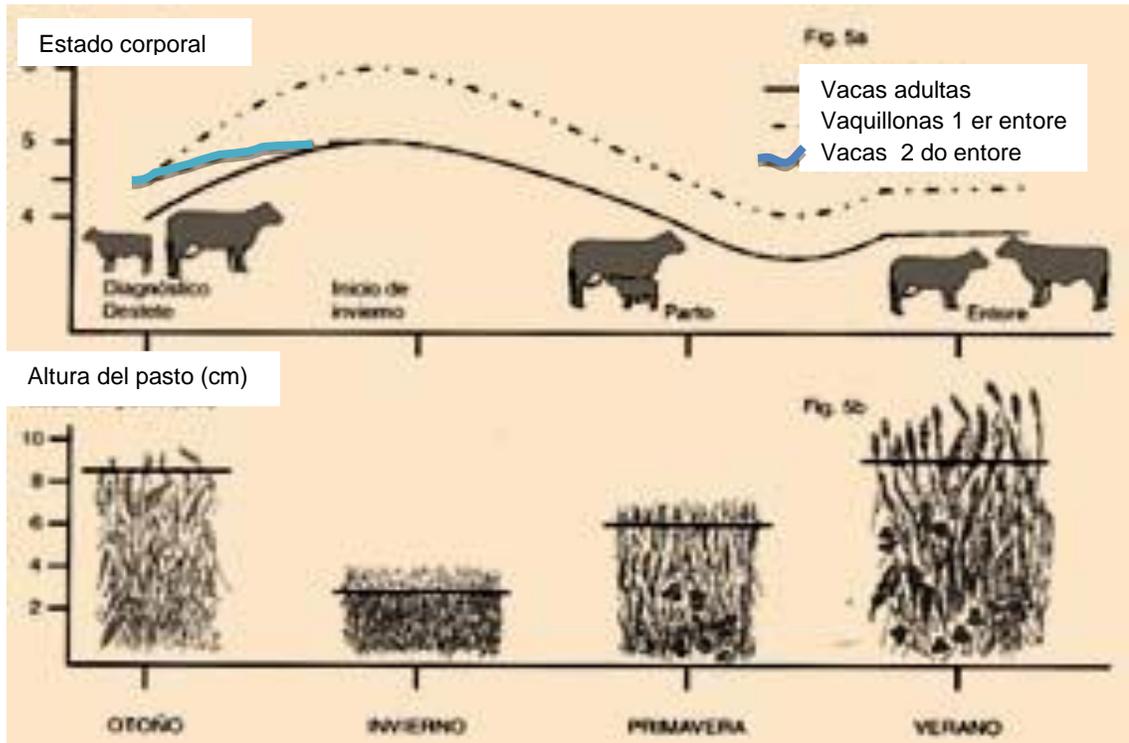
#### Altura y producción animal

La cantidad y altura del pasto, dentro de cada tipo de suelo, posición topográfica y época del año, están ligados y son características del campo natural que influyen sobre el desempeño productivo de los animales (Orcasberro et al., 1992)

Como ya se mencionó, la performance animal y el comportamiento ingestivo de los animales son afectados por cambios en las características de la pastura, los animales modifican su comportamiento ingestivo para mantener el nivel de consumo. Se han documentado relaciones entre altura del forraje residual y la tasa y tamaño de bocado de vacunos pastoreando campo natural mejorado (Soca et al., 1994).

Soca y Orcasberro (1992) proponen que el estado corporal del rodeo de cría puede ser manejado a través de la altura del campo. Esto en conjunto con la aplicación del destete temporario lograría buenos resultados en preñez (75 a 80%). En vacas primíparas y multíparas, el objetivo es lograr 4,5 y 4 puntos de condición corporal (c.c). al parto y al comienzo del entore respectivamente (Orcasberro et al., 1992). En la figura 3 se resume esta propuesta de manejo.

Figura No. 3: Evolución del estado corporal recomendado para vacas y vaquillonas a través del año y altura del pasto de campo natural necesaria para lograrlo



Fuente: extraído de Soca y Orcasberro (1992)

Asimismo la altura de la pastura durante el invierno, junto con la c.c. al inicio del invierno, determina la condición corporal al parto (Orcasberro et al., Trujillo et al., citados por Soca et al., 2007b).

Trujillo et al., citados por Soca et al. (2007b) y por Mastropierro y Ubios (2008), investigaron el efecto de la altura del campo natural en el desempeño reproductivo de vacas Hereford en gestación avanzada en dos años consecutivos. En 1991 los tratamientos de altura estuvieron en el rango de 2,0 a 5,5 cm, a los cuales les correspondieron disponibilidades de entre 900 y 1850 kg MS/ha; en 1992 las alturas estuvieron entre 1,9 y 4,2 cm y las disponibilidades entre 1350 y 3000 kg MS (Trujillo et al., citados por Soca et al., 2007b). A mayor altura mejoró la c.c. al parto ( $P < 0.1$ ) y al inicio del entore ( $P < 0.1$ ). La disponibilidad no afectó la proporción de vacas ciclando, ni la preñez el primer año ( $P < 0.1$ ). En el segundo año la altura influyó en la cantidad

de vacas en anestro al final del entore y porcentaje de preñez ( $P < 0.1$ ) (Soca et al., 2007b).

En un experimento realizado por Rinaldi et al. (1997) en campo natural sobre un Brunosol Eutrítico típico de la Formación Fray Bentos, se evaluaron las características de la pastura sobre el desempeño invernal de novillos en crecimiento. Los tratamientos fueron distintas asignaciones de forraje (2,5; 5,0; 7,5 y 10,0 kg MS/100 kg de peso vivo animal), a cada tratamiento se le asignaron 6 novillos de raza Holando de 110 kg promedio al inicio del experimento. El método de pastoreo fue rotativo, 7 días de ocupación y 35 de descanso. El experimento se efectuó entre el 29/04/1991 y 22/7/1991.

Las determinaciones en la pastura fueron disponibilidad y altura de forraje a la entrada y salida de los novillos; y los animales se pesaron cada 7 días. Al inicio del experimento el forraje disponible fue de 2500 kg MS/ha y la altura de 10 cm. Los resultados se presentan en el cuadro 3.

Cuadro No. 3: Característica de la pastura y desempeño animal según distintas asignaciones de forraje (%)

	<b>2.5%</b>	<b>5%</b>	<b>7.5%</b>	<b>10%</b>
Disponible (kg MS/ha)	1200b	2115 <sup>a</sup>	2120 <sup>a</sup>	2180a
Rechazado (kg MS/ha)	816c	1502b	1505b	1657a
Altura disponible (cm)	5c	7bc	8ab	9a
Altura rechazado (cm)	2c	4b	6a	6a
GMD (Kg PV/an/d)	- 0.116c	0.020 b	0.093b	0.192a
Carga (animales 100 kg/ha)	10	9	6	5
Producción (kg PV/ha/84 d)	—	15	47	81

Letras iguales en la fila, no difieren ( $P > .05$ ).

Fuente: extraído de Rinaldi et al. (1997)

La altura del forraje disponible y rechazado fueron las variables que mejores explicaron el desempeño animal.

Los autores concluyen que es posible predecir el desempeño animal a partir de características de las pasturas; siendo la altura de forraje un parámetro promisorio para ser usado en sistemas comerciales. En el experimento 3 cm representaría la altura en la cual se evitan pérdidas de peso, en general los

vacunos tienen problemas para cosechar el forraje por debajo de ese valor. Pastoreos intensos y frecuentes alteran la altura, estructura, disponibilidad y composición botánica del tapiz (Morley, citado por Soca et al., 1998b) lo que repercute en el comportamiento animal, aumentando la energía destinada a la actividad de pastoreo y disminuyendo la eficiencia en el uso del alimento.

Montossi et al. (1998) sostienen que la acumulación de más de 2000 kg MS/ha en campo natural disminuye la calidad del forraje ofrecido, y es posible que la productividad animal disminuya como consecuencia del aumento de restos secos en la dieta de los animales, y el menor consumo voluntario de los mismos. En el estudio de 2700 kg MS disponible/ha limitan el consumo mínimo necesario de proteína cruda, 9%, que cubre los requerimientos de nitrógeno de las bacterias del rumen

### Escala

*“Es importante considerar que el manejo de la disponibilidad, altura y estructura del forraje de las comunidades vegetales son unos de los componentes más importantes en determinar la eficiencia productiva de los sistemas pastoriles, a través de su influencia sobre las tasas de crecimiento, senescencia y producción neta de forraje así como su efecto sobre la producción animal, afectando la utilización y consumo de forraje”* (Montossi et al., 1998).

La escala que se propone es meramente orientativa, puesto que no se cuentan datos para la zona de estudio que relacione la altura del pasto con la disponibilidad, desempeño animal o con la oferta de forraje.

Se intentan integrar los conceptos y datos de las investigaciones presentadas.

Dado este “vacío” de información se opta por proponer que la medición de la altura se ejecute en el período crítico invernal, dónde generalmente se registran pérdidas de peso en los animales y la tasa de crecimiento de la pastura es baja. Para proponer una escala estacional y promedio anual (que fue el objetivo primario) deberían profundizarse los estudios en este atributo de la pastura.

- Nivel 1: pastoreos intensos, a baja altura, se asocian a altos porcentajes de utilización (Soca et al., 1998b), la razón de ello puede ser que se minimizan los procesos de selectividad animal. La utilización de la pastura está limitada por la distribución de la biomasa aérea en altura (Saldanha, 2005), y se relaciona inversamente con la conversión a producto animal.

Pastoreos bajos se traducen en una disminución en el Índice de Área Foliar (IAF), una menor intercepción de la luz, y por ende una disminución en la eficiencia de producción de biomasa.

- Nivel 2: altas asignaciones de forraje por animal se asociaron a pastoreos selectivos (Poppi, Hughes y L'Huillier, citados por Soca et al., 1998b), y a una menor utilización de la pastura, generando condiciones que favorecen el desarrollo de malezas de campo sucio y el endurecimiento del forraje rechazado. Esta situación disminuye la superficie aprovechable para pastoreo (Soca et al., 1998b).

- Nivel 3: para lograr la máxima producción animal por unidad de superficie se debe evitar una defoliación tan severa que disminuya el crecimiento de la pastura, pero que sea lo suficientemente intensa para obtener niveles óptimos de utilización, que disminuyan las pérdidas por senescencia (Escuder, 1996). Ayala y Bermúdez (2005) muestran que defoliaciones cada 90 días y 7.5 cm de intensidad la fracción de forraje seco aumenta a casi el 20% de la cobertura.

#### Escala de altura promedio invernal del predio

Menos de 3 cm: 1

Más de 6 cm: 2

De 3 cm a 6 cm: 3

El nivel 1 intenta “castigar” pastoreos rasantes que aumenten la proporción de energía dedicada al pastoreo, y por ende mermen la eficiencia de conversión en producto animal. Además propician la persecución por parte del animal de las especies cespitosas. El nivel 3 se basa en lo propuesto para el basalto de 5-6 cm como el umbral para evitar pérdidas de peso. También en el experimento de Trujillo et al., citados por Mastropiero y Ubios (2008) en 1992 por debajo de los 3 cm la preñez fue de 60% o menos; y con más de 3 cm fue de mayor al 80%. Si el pastoreo es mayor a 6 cm (escala 2) se cree que el pastoreo podría ser muy aliviado, y mermaría la calidad del forraje por la acumulación de restos secos.

En caso de que la orientación productiva sea la cría se pueden tomar como valores de referencia los promedios estacionales propuestos por Soca y Orcasberro (1992), en otoño: 8 cm, invierno: 4 cm, primavera: 6 cm y verano: 8 cm.

### Metodología de medición

Estos umbrales son útiles en condiciones de pastoreo continuo. Por tanto en caso en que el predio cierre algún potrero, el mismo debe excluirse de la evaluación. Lo ideal sería medir la altura promedio en toda el área de pastoreo continuo. Aunque si no se puede efectuar la medición en todo el sistema se sugiere intentar detectar los potreros con menos de 3 cm, y expresarlos como porcentaje del área total de pastoreo del predio

En trabajos de validación de la altura como predictor de la cantidad de forraje se encontró que 400 registros de altura caracterizan precisamente potreros de campo natural de 100 hectáreas (Soca y Simeone, 1998a).

En el experimento de Montossi et al. (1998) se realizaron quince mediciones de altura del forraje con regla, las parcelas eran de menos de 1 ha.

El número de registros puede ser el sugerido por Soca y Simeone (1998a), aunque en comunidades muy heterogéneas esta cantidad será insuficiente para representar la situación. En esos casos se sugiere aumentar el número de mediciones.

El registro se hará con una regla graduada en posición vertical el punto dónde se concentra la mayor cantidad de forraje en áreas representativas de pastoreo, dejando de lado las hojas de mayor altura que sobresalen (Soca y Simeone, 1998a). Se cree que la altura donde se concentra la biomasa refleja mejor la distribución vertical del forraje, que la altura del punto de contacto más alto, aunque es una medida mas subjetiva que esta última. Es por ello que se entiende que el operario debe ser el mismo, para evitar sumar fuentes de variación y poder establecer comparaciones entre medidas consecutivas.

En campo natural debe medirse la altura del tapiz en las zonas pastoreadas, y estimar la proporción de superficie pastoreada y no pastoreada. Si el potrero tiene comunidades distintas es preferible medir por separado y ponderar por la superficie ocupada. Debe evitarse suelo desnudo, lugares cercanos a porteras, dormideros, matas, maciegas y malezas (Berretta, 2006).

Debería registrarse la altura a inicios y mediados del invierno.

### Discusión

Este fue uno de los indicadores que generó más controversia en el taller de discusión. Entre las críticas se mencionaron:

*“la altura de la pastura como valor puntual no refleja la productividad; es un valor muy coyuntural, varía mucho con el manejo de los días previos. En todo caso debería ser promedio de la estación, contemplando el promedio de los potreros y el desvío”.*

*“la altura de la pastura es el resultado de crecimientos acumulados que se regulan con el sistema de pastoreo, sino se lo referencia con los kilos de carne (oferta de forraje por kilos de peso vivo) no aportará mayores datos. Igualmente la misma altura en pasturas diferentes varía el rendimiento según la estructura de la pastura y la estación”.*

*“el valor obtenido es operativo dependiente”*

Pero también hubo quién en el formulario respondió: *“tal vez sea el principal indicador para ese atributo, teniendo en cuenta la facilidad de medida y lo que dice. Lo ideal sería tener un valor promedio del predio representativo de una estación”.*

Teniendo en cuenta esto es que se propone que el valor sea el promedio invernal, en todos los potreros del sistema con pastoreo continuo y se insta a que el operativo sea el mismo.

#### 4.2.1.2 Cobertura de gramíneas tiernas y finas

##### Justificación

La cantidad y composición botánica del forraje disponible determina el nivel de producción animal sustentable (Moraes et al., citados por Royo Pallarés et al., 2005).

Generalmente los ecosistemas se encuentran en alguna etapa seral diferente al climax, no se encuentran en equilibrio, evolucionan progresivamente o se degradan. El manejo del pastoreo es el factor de manejo humano más importante para determinar las características taxonómicas de las especies que se encuentran en el campo natural, siendo la composición botánica un factor clave en determinar las respuestas a cambios de manejo. Es por ello que el conocimiento taxonómico a nivel de especies de un tapiz es imprescindible para determinar la mejor alternativa de manejo (Millot et al., 1987).

Las pasturas de nuestro país, se encuentran comprometidas en su diversidad genética, ya que las mejores especies han desaparecido del ecosistema. En los campos con historia de pastoreos intensos y frecuentes prevalecen, especies que han desarrollado estrategias o mecanismos para

defenderse del mismo, como espinas, toxicidad, poca palatabilidad, estacionalidad, o hábitos tolerantes, como gramíneas postradas, malezas dicotiledóneas y suelo desnudo (Milot, 1994). Las especies que se pierden son las gramíneas cespitosas de mayor valor pastoral.

Como ya se mencionó, la degradación es un proceso de sustitución de especies productivas por otras de menor valor pastoral (Rosengurtt, 1943). Se caracteriza por la pérdida de vigor, altura, densidad y vitalidad en el conjunto de la vegetación útil. Una de las consecuencias es la pérdida de la capacidad de carga y de la aptitud engordadora. Debe considerarse que un tapiz está degradado si las condiciones ecológicas permitirían el desarrollo de especies más ventajosas (Rosengurtt, 1946). Como consecuencia se reduce la productividad primaria y secundaria de nuestro ecosistema pastoril (Boggiano et al., 2005).

La variación de las comunidades de los campos naturales en cuanto a densidad y composición botánica, en particular los tipos productivos de las especies hacen que el rendimiento anual del forraje se distribuya en un amplio rango (Berretta, 2003). Al diagramar los sistemas de pastoreo hay que conocer precisamente las especies que componen la vegetación, teniendo en cuenta los tipos productivos, particularmente cuando dominan los pastos ordinarios y duros porque con descansos prolongados y cargas instantáneas insuficientes puede dar lugar al aumento de estos (Berretta, 2005).

Los tipos productivos fueron definidos por Rosengurtt (1979) y tienen en cuenta la productividad, apetecibilidad y capacidad de engorde de ganado. Su utilidad reside en que permite clasificar las plantas según su aptitud para la alimentación de los animales y razonar el manejo presente y futuro del pastoreo según las proporciones de los mismos (Berreta et al., 2005a).

Los tipos productivos de gramíneas son:

- Fino: productividad alta o media, apetecibilidad prolongada o media y capacidad de “terminación” de novillos y corderos. Las especies invernales son las más apreciadas.
- Tierno: productividad media o alta, apetecibilidad prolongada o media, no tienen la capacidad de terminación.
- Ordinario: baja apetecibilidad, limitada al estado juvenil, productividad media a baja o mínima. Este tipo productivo se divide en pastos ordinarios-productivos y ordinarios-improductivos.

- Duro: tienen porte elevado sobre el tapiz, apetecibilidad reducida al período juvenil, productividad media a alta, y requieren pastoreo intenso y continuo.

En nuestro país el tipo productivo más frecuente es el ordinario, producto del manejo pastoril abusivo e irracional (Formoso 1990, Pereira Machín 2003, Zanoniani y Boggiano 2007). Esta situación sería un caso típico en la que se aprecian las primeras etapas de un proceso visible de deterioro en términos de potencial de producción. (Carámbula, citado por Pereira Machín, 2003)

Rosengurtt efectuó la clasificación en base a observaciones continuadas y repetidas de animales individualizados o rebaños que pastoreaban áreas claramente ubicadas, de composición botánica conocida. El objetivo era suplir la ausencia de información en el valor nutritivo de las especies campestres. Al parecer no se han hecho grandes progresos desde esta clasificación, es mucho más frecuente encontrar datos de valor nutritivo de especies de praderas permanentes, verdeos anuales o mejoramientos que de especies de campo natural. Uno de los estudios disponibles sobre especies individuales que se encontró fue el de Berretta (1995).

Existen inferencias de que es lo que los animales prefieren comer a partir de determinaciones en la pastura como especies que aumentan o disminuyen la frecuencia bajo determinados manejos. No se encontraron determinaciones directas de la dieta animal. En esta área se está generando conocimiento en la tesis de doctorado “Herbivoría por ganado doméstico en pastizales del Uruguay: análisis de los componentes del pastoreo y controles de la dieta a escala regional” (UdelaR- PEDECIBA) del Lic. Felipe Lezama.

Si bien no se cuestiona la validez de los tipos productivos, es necesario reforzar la investigación en determinaciones de la calidad de las especies, que contrasten y reafirmen lo propuesto por Rosengurtt y en los procesos de selectividad animal, para comprender realmente la interacción pastura-animal.

Las tres principales variables del pastoreo que afectan la composición botánica y la productividad de las pasturas son: la dotación, el método de pastoreo y la relación lanar/vacuno (Berretta, 2005).

La posibilidad de cambios en la composición y productividad así como la velocidad de regeneración de un tapiz ante cambios en el manejo del pastoreo dependen de la interacción de algunos factores, como: limitantes edáficas o climáticas para la vegetación, fertilidad del suelo, estado actual de

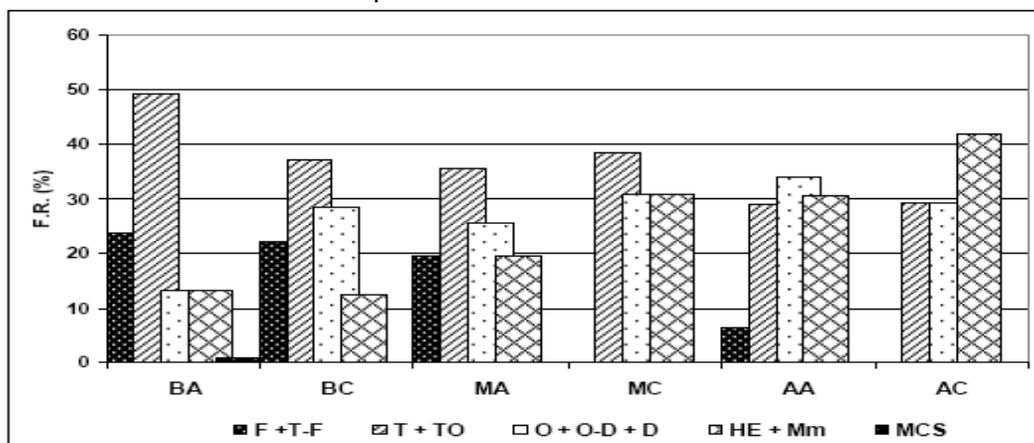
degradación, frecuencia de especies deseables, y banco de semillas. Los últimos factores representa la memoria genética o germoplasma del ecosistema (Millot, 1994).

Si bien la cobertura de gramíneas tiernas y finas no es una forma directa de medir la degradación de un tapiz, se entiende que es una forma más sencilla de aproximarse al estado actual del recurso. Y si se tienen otras referencias de la zona o datos de varios años se podrá inferir si la evolución del tapiz tiende hacia la regeneración o hacia la degradación.

Berretta et al. (2005a) estudiaron el efecto de distintas cargas ovinas 5,3 animales/ha, dotación baja (B); 8,0 animales/ha, dotación media (M), y 10,7 animales/ha, dotación alta (A) y métodos de pastoreo continuo (C) y alterno (A) (21 días de ocupación y 15 de descanso) en la composición botánica de cada uno de los tratamientos. Este estudio de la vegetación se realizó en agosto, mes considerado en todos los muestreos de vegetación como el representante del invierno. A medida que aumento la dotación se redujo fuertemente el aporte de las especies finas (F) y tiernas-finas (TF), desapareciendo en los tratamientos de pastoreo continuo de dotación media y alta. Los tipos productivos ordinario, ordinario-duro y duro, así como hierbas enanas y malezas menores siguen la tendencia opuesta. En la gráfica 4 se muestran los resultados.

Gráfica No. 4: Frecuencia relativa de los tipos productivos en tratamientos con distinta dotación y método de pastoreo.

B: baja dotación A: alta dotación C: pastoreo continuo A: pastoreo alterno F: fino TF: tierno-fino O: ordinario OD: ordinario-duro D: duro HE: hierba enana Mm: maleza menor MCS: maleza de campo sucio



Fuente: extraído de Berretta et al. (2005a)

Coronel y Martínez (1983) en basalto superficial y profundo estudiaron la evolución de la vegetación natural en régimen de pastoreo continuo de ovinos y vacunos en distintas relaciones (sólo ovino, sólo vacunos y relación 1UG a 1UG), manteniendo constante la dotación en 0,98 UG/ha. Las observaciones sobre la vegetación se efectuaron entre agosto 82 y mayo 83. Los resultados no mostraron diferencias en la contribución específica atribuibles a los tratamientos. Los autores concluyen que el tiempo del ensayo no permitió que los sistemas evaluados expresaran diferencias en la vegetación.

Lo anterior concuerda con Millot (1994) que postula que el tiempo requerido para llegar a un equilibrio en la composición botánica de una pastura y el manejo es difícil de calcular. El autor supone que a partir de 4º año que las tapices se adaptan al manejo.

Al analizar cambios en la sucesión vegetal bajo condiciones de exclusión de pastoreo durante 9 años en un campo natural en Cerro Largo, se detectó que los cambios más importantes en las comunidades ocurrieron en los dos o tres primeros años después de realizada la clausura. En el tercer y cuarto año se tornan dominantes *Coelorhachis selloana*, *Stipa setigera*, *Piptochaetium stipoides*, *Bromus auleticus*, y *Piptochaetium bicolor* (Rodríguez et al., citados por Altesor et al., 2005). Esto comprueba la persecución que sufren las especies finas y tiernas.

### Escala

En la zona de lomadas del este el 77% del forraje total producido es aportado solamente por 10 especies, siendo el complejo *Paspalum notatum*-*Axonopus affinis* responsable del 30% (Ayala et al., citados por Bermúdez y Ayala, 2005).

- Fino: 7,4% *Paspalum dilatatum*
- Tierno: 43,5% *Paspalum notatum*, *Coelorhachis selloana*, *Stenotaphrum secundatum*, *Panicum milioides*, *Axonopus argentinus*, *Setaria geniculata*.

Es decir que en ese estudio un 51% del forraje corresponde a especies tiernas y finas. Los autores no especifican el método utilizado.

En el relevamiento de Millot et al. (1987) se agregan a las anteriores (todas perennes estivales) otras especies finas y tiernas invernales que pueden presentarse en la zona de lomadas, *Piptochaetium stipoides*, *Stipa setigera*, *Bromus unioloides*, estas especies se clasifican la primera como frecuente y las

restantes como poco frecuentes. También agregan algunas especies anuales como *Gaudinia fragilis*, *Lolium multiflorum*, *Briza minor* y *Poa annua*.

Si bien ninguno de los estudios presenta valores de cobertura foliar, en este trabajo planteamos esa metodología como forma de estimar la contribución de finas y tiernas. En el entendido que puede ser una forma más sencilla de evaluar las especies presentes que mediante una transecta y cortes.

Las comunidades vegetales se pueden analizar a través de atributos y variables. Los atributos de la vegetación son las distintas categorías de plantas que la constituyen y las comunidades se diferencian y caracterizan por la presencia de determinadas categorías, la ausencia de otras y por la cantidad o abundancia relativa de cada una de ellas. Las variables constituyen estimaciones del promedio o de la media de las expresiones de abundancia de los atributos, describen el comportamiento, el rendimiento, la abundancia o dominancia de las categorías vegetales. Ellas pueden ser continuas, como la biomasa o la cobertura o discretas como la densidad y la frecuencia, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (ARGENTINA). FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO (s.f.).

La diversidad específica es una propiedad emergente de las comunidades biológicas que se relacionan con la variedad dentro de ellas. Este atributo es la expresión de dos componentes: la riqueza de especies y la equitabilidad. El primero hace referencia al número de especies que hay en una comunidad y el segundo describe como se distribuye la abundancia, por ejemplo número de individuos, biomasa y cobertura. Para estimar la diversidad se debe tener un buen conocimiento de la composición taxonómica, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (ARGENTINA). FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO (s.f.).

El volumen de una especie se relaciona íntimamente con el grado de cobertura de las especies. El valor de cobertura se obtiene por el valor de la superficie cubierta por los individuos de la especie al proyectar el sistema de vástagos aéreos (Braun Blanquet, 1979).

La estimación del grado de cobertura de una especie proporciona datos acerca de su fuerza de competencia y de la disponibilidad de agua de la comunidad. La medición en comunidades sujetas a variaciones estacionales puede ser en el momento de máximo desarrollo (Braun Blanquet, 1979).

Se toma como referencia la escala de cobertura de Braun Blanquet (1979) de 5 niveles: 5: 75-100%; 4: 50-75%; 3: 25-50%; 2: 10-25%; 1: menos de

10%. Dado que se proponen 3 niveles de sustentabilidad se adapta la escala anterior.

Escala de % cobertura foliar de especies finas y tiernas

Menos de 25%: 1  
Entre 26 y 50%: 2  
Más de 51%: 3

### Metodología de medición

Para llevar adelante el muestreo se debe seleccionar la zona de estudio, determinar el método para situar las unidades de muestreo, selección del tamaño de muestra y determinación del tamaño y forma de la unidad muestral. Entre los métodos areales las formas rectangulares o circulares dan resultados con menos varianza, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (ARGENTINA). FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO (s.f.).

La cobertura puede ser difícil de medir, y dependiente del operador

Se sugieren cuadros de 0.5 por 0.2 m, y realizar entre 80 y 100 mediciones cada 100 ha, se anota el valor de cada muestreo y luego se promedia.

Para ubicar las unidades de muestreo deben colocarse al aleatoriamente sobre el tapiz, pero tratando de respetar la proporción de distintas zonas topográficas. Lo ideal sería medir en todos los potreros, aunque en caso de que no se pueda hacer esto, deberían seleccionarse los potreros que se perciban como el mejor y el peor, para ver el rango de situaciones.

La época de muestro podría ser a inicios de primavera, ya que la mayoría de las especies importantes se encuentran activas en primavera, lo que facilita la identificación de las especies.

### Discusión

En el taller de discusión tres respondieron que este indicador es útil. Se sugirió que la escala debería ser más amplia “...*menos de 50% debería abrirse 50-30; 10-30; menos de 10%*”.

Uno de los técnicos que asistió al taller mencionó que si bien el indicador es excelente, en su experiencia personal intentó medir este indicador y no lo pudo hacer. Otro técnico mencionó que “*no creo que ningún técnico de*

*campo vaya a hacer contribución de biomasa mediante el botanal. Tiene que ser algo más simple”.*

#### 4.2.2 Estabilidad

En el análisis de degradación de las pasturas naturales de Millot et al. (1987) entre los parámetros considerados se encuentran: la invasión por malezas, el suelo desnudo y la erosión edáfica.

##### 4.2.2.1 Ensuciamiento

#### Justificación

Una maleza puede ser definida como una especie (nativa o exótica) que causa un impacto ecológico en el ecosistema y/o un daño económico en el sistema manejado por el hombre (Booth et al., citados por Saldaín, 2007). La Weed Science Society of America (WSSA) define a la maleza como cualquier planta que está en un lugar que no se desea (Radosevich y Holt, citados por Saldaín, 2007).

El proceso de colonización de ambientes por nuevas especies vegetales es continuo, las actividades antrópicas son uno de los principales factores que provocan la aceleración de este fenómeno. La acción del humano se refiere al transporte y a la intervención sobre el medio que facilita la invasión de malezas (Booth et al., citados por Saldaín, 2007).

El campo sucio fue definido por Rosengurtt (1977b) como *“aquel en el que predominan o abundan arbustos, subarbustos o grandes hierbas no gramíneas que el ganado deja sin comer, en desmedro de las buenas gramíneas”*. El concepto comprende a los campos con la maleza alta, como aquellos que fueron cortados o quemados pero persisten y dominan un área importante las matas de las malezas, pudiendo tornarse agresivas nuevamente en condiciones favorables.

Rosengurtt (1979) en su clasificación de tipos productivos de las especies de plantas de campo natural define a las malezas de campo sucio como aquellos arbustos, a veces arbolitos, subarbustos y altas hierbas, que ocultan a los animales aislados, particularmente terneros y corderos. Son especies no apetecidas o de apetecibilidad juvenil.

Estas especies generalmente no integran la dieta animal a pastoreo, pero ocupan un lugar en la vegetación e inciden en el comportamiento y manejo

del ganado. El principal perjuicio en la pastura natural es la competencia con las especies productivas por los factores de crecimiento (luz, agua, nutrientes y espacio); el impacto en los animales es la reducción en el área de pastoreo y la dificultad en el acceso al forraje, generando áreas improductivas. Algunas también provocan daños directos en el animal, como las plantas tóxicas, espinosas, ocultan animales (lo que aumenta el tiempo dedicado a la recorrida de los potreros), sirven de refugios de predadores (zorros) y piojos y otros parásitos<sup>4</sup>.

Todo esto impacta en la productividad del campo, ocasionando pérdidas económicas, difícilmente cuantificables. Generalmente pueden ocupar áreas en el campo natural que van desde una proporción baja, entre 1 a 5 %, hasta alta 50 %. Coberturas mayores al 20 % pueden considerarse perjudiciales para la producción animal (Zanoniani y Boggiano, 2007). Su efecto perjudicial en el campo es variable según la especie y el grado de infestación (Rosengurt, 1943).

Malezas como cardilla (*Eryngium horridum*), carqueja (*Baccharis trimera*), mio-mio (*Baccharis coridifolia*), senecios (*Senecio grisebachii*, *S. brasiliensis*, *S. selloi*), chilca (*Eupatorium buniifolium*) presentan una amplia distribución en los campos naturales y en los mejoramientos extensivos del país. Son especies nativas, perennes, de mediano a alto porte, y bajo o nulo valor nutritivo. Producen gran cantidad de semillas viables, cuentan con órganos de reserva subterráneos que favorecen su persistencia y dificultan su control. Mio-mio y senecio además son tóxicos para el ganado (Ríos, 2007).

Cada especie tiene distinta importancia según la zona y el tipo de suelo. García (2007) menciona a la cardilla (o caraguatá) como la especie que más perjuicios ocasiona a la producción en los sistemas pastoriles extensivos y a su vez es la más tolerante al control. En un estudio se detectó un 40% de reducción en la producción de biomasa para coberturas de la maleza de entre 46 y 70 % (Montefiori y Vola, 1990). También son importantes mio-mío, carqueja y chilca.

El nivel de explosión demográfica de las malezas de campo sucio depende de una serie de características de la comunidad, que interactúan con las características de la especie problema y las condiciones ambientales. La facilidad con que una comunidad vegetal es invadida por una maleza depende del régimen de remoción de la vegetación y del suelo, clima, nivel de estrés debido a condiciones ambientales, la abundancia de enemigos naturales, competidores y mutualistas, presión de propágulos, tipo de ecosistemas,

---

<sup>4</sup> Saldanha, S. 2006. Limpieza de campos sucios. Material docente. (sin publicar).

disponibilidad de recursos y estructura de la comunidad (Milbau y Nijs, citados por Saldaín, 2007).

En Uruguay la remoción de la vegetación de pastos y suelo por acción humana, de animales y de insectos, la ocurrencia de sequías, e incendios, generan nichos que ante la presencia de propágulos facilitan la invasión por la maleza (Saldaín, 2007). La proliferación e interferencia que ejercen las malezas está comandada fundamentalmente tres factores: clima, suelo y pastoreo (García, 2007).

A pesar de que es una problemática común ha sido indicada sistemáticamente por varios autores como un factor “manejable” (Rosengurtt 1943, Formoso 1991, Gimenez y Ríos 1991, Mas et al. 1991, Montefiori et al., Carámbula, Graf et al., Carámbula et al., citados por García 2007).

Los ensuciamientos de campo frecuentemente se producen como consecuencia del sobrepastoreo y se caracterizan por presentar doble estrato: uno ralo, compuesto por las especies que son apetecidas por el ganado y el estrato alto, constituido por las malezas. Esto constituye un “círculo vicioso ascendente”, ya el aumentar las matas no apetecidas, el ganado se alimenta de menos pastos, que progresivamente van perdiendo vigor (Rosengurtt, 1943). Es por eso que es clave lograr un tapiz cerrado, compuesto por especies perennes vigorosas (Allegri et al., Risso et al., citados por García, 2007) ya que tapices raleados favorecen la colonización por parte de malezas de campo sucio.

Otra de las causas son descansos inoportunos que modifican el equilibrio y promueven o favorecen el establecimiento de comunidades no palatables.

Pastoreos mixtos, balanceados, tienden a reducir la presencia de este tipo de malezas, son eficiente el uso de altas cargas instantáneas o pastoreos en bloque (Millot et al., 1987).

Cabe aclarar que la presencia de malezas de campo sucio no ocasiona pérdidas económicas en todas las situaciones, y proporcionan un beneficio al estrato herbáceo, las matas de malezas constituyen reservorios para las especies de valor forrajero (García, 2007).

### Escala

Para Formoso (1991) *“la aplicación de una metodología de muestreo para cuantificar y calificar la invasión de malezas permite la visualización objetiva del proceso y por lo tanto la discusión más precisa de las posibles*

*causas y consecuencias del mismo. Por otra parte, posibilita la acumulación de información en el espacio y en el tiempo, siendo además de carácter repetible”.*

El ensuciamiento es uno de los aspectos evaluados para determinar el “estado de salud” del campo natural propuesto por Pereira Machín (2009). El autor propone la siguiente escala, que toma como referencia la distancia que guardan entre sí los ejemplares:

- Ralo: aproximadamente 200 m entre plantas.
- Escaso: aproximadamente 60 m entre plantas.
- Frecuente: más de 3 m entre plantas.
- Abundante: menos de 3 m entre plantas.

Escala de ensuciamiento (distancia entre individuos)

Menos de 3 m entre plantas: 1

Entre 3 y 60 m entre plantas: 2

Más de 60 m entre plantas: 3

#### Metodología de medición

Como estas malezas son perennes la evaluación puede hacerse todo el año y deben relevarse todos los potreros. Aunque es conveniente realizar la evaluación antes de que sea del momento recomendado para el control de la/las especie problema, es conveniente contar con margen de planificación si se evalúa como necesaria la intervención.

La limpieza de campos puede ser mediante pastoreos, cortes, quemas, extracción manual o aplicación de químicos, o una combinación de los anteriores (control integrado). Si bien se propuso una escala, cada situación debe ser evaluada teniendo en consideración las características del tapiz y de la maleza (biología, ecología, y daño potencial).

#### Opinión en el taller de discusión

Esta variable no fue propuesta inicialmente, siendo sugerida en el taller. Posteriormente se aconsejó que el indicador debiera ser nombrado como “Arbustización” o “Porcentaje de especies leñosas/arbustivas”. La razón de esta recomendación fue que el término ensuciamiento no es utilizado en los ámbitos académicos internacionales, y no permite el dialogo necesario entre comunidades científicas de distintas regiones. Si bien esto es cierto, una de las principales malezas de nuestro país, la cardilla, no es un arbusto. Además el

público objetivo de esta propuesta son los técnicos y productores nacionales. Por ello se optó mantener la denominación del indicador.

#### 4.2.2.2 Presencia de especies exóticas invasoras

##### Justificación

El problema de las especies exóticas invasoras no se circunscribe únicamente a los sistemas pastoriles ni al Uruguay. A nivel mundial son reconocidas como la segunda causa de pérdida de la biodiversidad, constituyen una amenaza para vegetales y animales, la salud humana y la economía (Aber, 2010).

Una especie exótica es una especie, subespecie o taxón inferior extraído de su ámbito pasado o presente normal o introducido en otro ámbito; incluye cualquier parte, gametos, semillas, huevos o propágulos de dichas especies que puedan sobrevivir y reproducirse (Aber, 2010).

Una especie exótica invasora es aquella especie exótica cuyo establecimiento y propagación es una amenaza ambiental para los ecosistemas, hábitats u otras especies (Convenio Diversidad Biológica, IUCN, citados Aber, 2010). Y su manejo es la acción de reducir el tamaño, el impacto y/o los efectos de una especie invasora una vez que la invasión ha sido establecida (Aber, 2010).

La Red de Especies Invasoras (I3N) es una de las áreas de trabajo de la Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (IABIN), uno de sus cometidos es la creación y estandarización de bases nacionales de datos e instrumentos en especies invasoras que sean de fácil uso. Para Uruguay la información disponible se encuentra en el portal IABIN-I3N: <http://uruguayi3n.iabin.net/>, el cual es administrado por Facultad de Ciencias, UdelaR (Vignale et al., 2010). En dicho portal se puede acceder (entre otras cosas) a la sistemática, características generales, características de la invasión, información de manejo, localidades de ocurrencia, proyectos asociados y bibliografía de las especies.

En sistemas pastoriles extensivos pueden resultar problemáticas especies como gramilla (*Cynodon dactylon*), senecio (*Senecio madagascariensis*), capim Annoni 2 (*Eragrostis plana*), y tojo (*Ulex europaeus*).

Si bien esta tesis no pretende caracterizar los aspectos ecológicos y morfológicos de las malezas, y tampoco en las estrategias de control a seguir,

parece importante mencionar brevemente las últimas dos especies. La razón es que su potencial de daño aparentemente no es tan conocido como el del resto de las malezas de campo sucio o de la gramilla. Ambas especies son capaces de formar comunidades puras, sustituyendo al campo natural, por lo que es clave la detección temprana.

El capim Annoni 2 es una gramínea perenne de hábito cespitoso, de hasta 1 metro de altura (40-60 cm); la parte aérea y el sistema radicular son muy resistentes a la tracción mecánica, siendo difícil su extracción. Es capaz de sustituir totalmente la vegetación del campo natural, UDELAR (URUGUAY). FACULTAD DE CIENCIAS (2010).

Al ser confundida con especies que integran naturalmente la flora de los campos (*Sporobolus indicus*), la invasión ocurre sin que se la perciba. Una vez instalada reduce la capacidad productiva del campo y del ganado, debido al prematuro desgaste de los dientes (Boggiano et al., 2007). El bajo valor forrajero representa una pérdida por hectárea de un 50% de la productividad animal individual que pastorean áreas de capim Annoni 2 (URUGUAY. FACULTAD DE CIENCIAS, 2010). En casos extremos debe optarse por la eliminación del tapiz nativo e integración a rotaciones agrícolas forrajeras (Boggiano et al., 2007).

En nuestro país la invasión fue documentada en 1980, en el departamento de Cerro Largo (Boggiano et al., 2007). Hasta el año 2003 se creyó su presencia se limitaba a las zonas de frontera con Brasil (Artigas, Rivera y Cerro Largo); pero diversas recorridas del equipo de forrajeras de la Facultad de Agronomía y del IPA, realizadas sobre las banquinas de la han detectado en Paysandú, Salto, Artigas, Tacuarembó, Río Negro, Durazno, Florida, Rocha, Flores, San José, Treinta y Tres, y Soriano. Contarín (2010) agrega Maldonado y Rocha.

En los departamentos de frontera su intensidad es mayor con presencia de capim Annoni 2 en el interior de los establecimientos, incluso con potreros tomados por la misma. En el resto del país se encuentra fundamentalmente a nivel de banquina en forma de pequeñas manchas o plantas individuales (Pereira Machín, 2008).

En 2008 se declara a esta especie como plaga por la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSA-MGAP), el decreto 68/008 establece las bases para su control y erradicación. Siendo responsabilidad de los productores la detección temprana y eliminación de los focos iniciales (Contarín, 2010).

El tojo es un arbusto perenne (o bianual), leñoso, de 1 a 3 m de altura, tallos erectos, numerosos que inclusive pueden tener hábito rastrero. Su introducción al país fue con fines ornamentales, como cerca viva, en el 1900. A nivel mundial es considerada como una de las exóticas invasoras de mayor relevancia a nivel mundial. En los ecosistemas en los que es exitoso su establecimiento, forma comunidades puras.

Sus ambientes preferenciales de invasión son los ambientes degradados, detritos, restos de escombros, orillas de caminos, terrenos donde se ha efectuado quema, suelos muy alterados. Es una especie que se asocia mucho a las actividades humanas, especialmente con las plantaciones forestales.

Los factores de competitividad que la hacen exitosa son: su capacidad de fijar nitrógeno, acidifica y empobrece el suelo, habita en distintos tipos de suelo, producen muchas semillas, con capacidad de dormancia diferenciada (hasta 30 años), posee mecanismos propios de dispersión, cuenta con un sistema radicular que puede explorar horizontes más profundos que las especies herbáceas comunes, las raíces son capaces de rebrotar aún después de tratamientos severos, tiene rápido crecimiento vegetativo, espinosa, alta capacidad de interceptación lumínica, aunque no es buen competidor por luz. A nivel predial la realización de quemas, manejos inadecuados del pastoreo y procesos de erosión favorecen la invasión por parte del tojo. Su comportamiento invasor, en forma de matorrales densos, la lleva a ocupar superficies productivas, bordes de caminos, zonas forestales, etc. En caso de no controlarla es capaz de sustituir las especies del campo natural por una comunidad densa de tojo (Balero, 2010).

La gramilla hace ocupaciones irreversibles, logra un establecimiento casi exclusivo cuando es favorecida por roturaciones y sobrepastoreos. Pero en manejos racionales es controlada por las especies nativas. La gramilla es muy frecuente y abundante en la zona de lomadas (Millot et al., 1987).

Como se estableció para ensuciamiento, un aspecto clave para prevenir el establecimiento de comunidades indeseadas es asegurar un tapiz vegetal vigoroso y con capacidad de competencia.

En predios lecheros o ganaderos intensivos, donde se realizan cultivos anuales o praderas, existen serios problemas con la Margarita de Piria (*Coleostephus myconis*). Esta fue declarada plaga nacional (DGSA-MGAP), y se implementó un reglamento para su control (Decreto 226/04). Se encuentra en forma abundante en Maldonado, Rocha y Cerro Largo. Por tanto si bien esta

no es reportada como especie problema del campo natural es conveniente que los productores vigilen su presencia.

### Escala

La escala se desarrolló contemplando la magnitud del daño y las estrategias de lucha a seguir. En nivel 1 la estrategia es la prevención, en la 2 y 3 debe efectuarse el control, claramente el nivel 2 precisa una menor intervención que el 3. El nivel 3 inclusive puede implicar que desde el punto de vista productivo sea conveniente comenzar una rotación agrícola o la siembra de una pradera permanente, ya que es “más fácil” aplicar herbicidas en estas comunidades homogéneas.

#### Escala de especies exóticas invasoras (estimación visual)

Áreas con signos evidentes de desplazamiento de vegetación nativa: 1  
Presencia de individuos aislados o en pequeños focos: 2  
No se detectan individuos: 3

### Metodología de medición

Puede realizarse en conjunto con la evaluación de malezas de campo sucio.

### Opinión en el taller de discusión

Esta variable no fue propuesta inicialmente, siendo sugerida en el taller. Particular énfasis en la inclusión de la gramilla hizo un técnico que se desempeña en la zona. El mismo manifestó *“los campos naturales de las lomadas del este tienen una amenaza muy seria que es la presencia y avance de la gramilla. Su presencia es generalizada y ante cualquier disturbio del tapiz (fertilizaciones, mejoramientos, sobrepastoreo, pisoteo, etc) la tolerancia de esta especie y su agresividad la hacen dominante, con pérdida irreversible de la diversidad de especies y disminución marcada en la aptitud de uso del tapiz natural. Además, después de instalada, la gramilla es incontrolable con medidas de manejo, teniendo que recurrir muchas veces al uso de herbicida e inclusión de rotaciones con cultivos o verdeos. Por lo anterior me parece importante incluir el porcentaje de suelo cubierto con gramilla como un indicador más de estabilidad”*.

#### 4.2.2.3 Cobertura de hierbas enanas

##### Justificación

Las hierbas enanas son plantas de dimensiones mínimas, aún en campos de suelo fértil, en relación a las especies de productividad media o baja que viven en el mismo lugar, aún en condiciones de floración miden alrededor de 5 cms. Tienen poca importancia en el campo normal, pero en campos degradados por exceso de pisoteo o de pastoreo se tornan abundantes, llegando incluso a dominar (Rosengurt 1943, Rosengurt 1979).

Campos donde predominan malezas enanas perennes o anuales, se corresponden respectivamente con el cuarto y quinto grado de degradación de propuesto por Rosengurt (1946), donde 5 es el grado máximo.

Este grupo de especies está muy asociado a pastoreos intensos y/o relación lanar/vacuno alta.

En campos sobrepastoreados son frecuentes las hierbas enanas de hoja ancha, dentro de las cuales existen hábitos arrosetados, como *Eryngium nudicaule*, *Chaptalia* y *Plantago*. Otras rastreras enanas muy abundantes son *Evolvulus*, *Oxalis*, *Richardia* y *Dichondra*, también indicadoras de suelos degradados. Dichas especies reducen su frecuencia ante alivios del pastoreo, su eliminación es relativamente rápida y sencilla, si se favorecen las gramíneas perennes (Milot et al., 1987).

Por tanto, las opciones de manejo para reducir la frecuencia de las hierbas enanas son disminuir la carga y/o la relación lanar/vacuno, y descansos.

Este grupo de plantas se ha mencionado como fuente importante de proteínas, siendo comidas preferentemente por lanares, para el vacuno son de difícil accesibilidad<sup>2</sup>. Más allá de esto son preferibles tapices densos y altos, aunque esta situación no es posible de lograr en todas las regiones. Por ejemplo las comunidades que se desarrollan en basalto superficial van a tener como componente importante las hierbas enanas, y esto no se puede atribuir a un mal manejo, sino es consecuencias de las condiciones edáficas extremas.

##### Escala

Ayala et al. (2005) presentan resultados en que manejos frecuentes e intensivos (30 días y 2,5 cm) el porcentaje de cobertura con otras hierbas del

entorno del 40%, se asume en su mayoría son hierbas enanas, ya que mencionan la mayor presencia de este grupo de plantas.

Escala de cobertura de suelo de hierbas enanas (visualmente)

Más de 41 % de cobertura del suelo: 1

Entre 11% y 40% de cobertura del suelo: 2

Menos del 10% de cobertura del suelo 3:

#### Metodología de medición

Como este grupo funcional se asocia a sobrepastoreos, lo adecuado sería efectuar el relevamiento en momentos en que se perciba que “falta pasto”. Puede ser a mediados-fines de invierno, o en veranos secos. Al igual que para la cobertura de finas y tiernas se recomienda utilizar cuadros, y hacer la determinación entre 40 y 50 veces cada 100 ha, promediando los valores.

#### Discusión

Este indicador se consideró útil en 4 formularios, y en 2 se acordó con la escala. No existiendo respuestas negativas. La salvedad realizada en el taller es que se pierde sensibilidad para detectar grados incipientes de degeneración. También se recibió el comentario que en suelos superficiales muchas veces la estabilidad está dada por hierbas y malezas enanas que tienen estructuras subterráneas (xilopodios, rizomas, tuberculos) que permiten sobrevivir a disturbios como las secas y fuegos. Pero en la zona de colinas y lomadas no predominan los suelos superficiales.

#### 4.2.2.4 Cobertura de suelo

##### Justificación

La cobertura del suelo se define como la cobertura de la superficie del suelo con plantas, restos secos y piedra <sup>3</sup>.

El mecanismo que evita el efecto perjudicial en la estructura del suelo del impacto de la gota de lluvia es la presencia de biomasa vegetal, que ejerce un efecto protector del suelo. La cubierta vegetal ejerce su acción a dos niveles: uno por encima del suelo y otro por debajo. En el primero, existe un efecto de intercepción de las gotas de lluvia y en el segundo interviene directamente el enraizamiento, UDELAR (URUGUAY). FACULTAD DE CIENCIAS (s.f.).

La cobertura vegetal se apoya en forma ininterrumpida sobre los suelos, a partir de los cuales adquiere características particulares según condiciones edáficas y climáticas, colonizando con sus raíces los diferentes horizontes, a los cuales imprime condiciones específicas (Milot et al., 1987). Si esta cobertura se ve alterada, también lo hacen la producción total de biomasa, el aprovechamiento de las precipitaciones y el riesgo de erosión (Pereira Machín, 2009).

La proporción de suelo desnudo varía con el estado de desarrollo de los componentes estivales e invernales, época del año, altura de pastoreo, y con la ocupación parcial de las especies anuales. Es una de las variables que Millot et al. (1987) utilizan para estimar la degradación del tapiz, aunque realizan la salvedad que una alta proporción de suelo desnudo puede estar explicada por condiciones críticas del ambiente (ej: suelos alcalinos o de baja fertilidad, o muy superficiales). En ese caso no sería indicador de degradación.

Pinto Olivera et al. (2004) también destacan que aumentos en la cobertura del suelo influyen favorablemente en la estructura y tasa de infiltración del suelo.

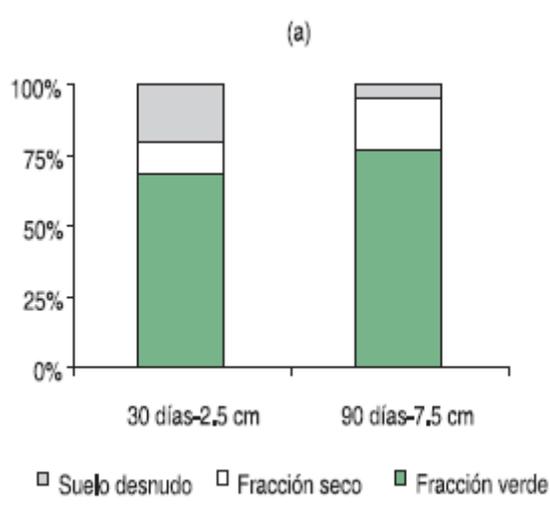
En los suelos superficiales pardo rojizos de basalto la cubierta vegetal recubre aproximadamente un 70%, siendo las piedras o rocas un 10% y el resto es suelo desnudo y mantillo; estos valores tienen algunas oscilaciones con las estaciones y cambian marcadamente cuando ocurren períodos de sequía (Berretta, 2005). Becoña et al. (2009) presentan valores de cobertura (no se aclara si es cobertura de suelo o vegetal) para distintas zonas del país, siendo 89% el valor mínimo, en la zona de Tierras Coloradas del basalto, en un suelo superficial negro. El máximo fue 98.5% en un basalto profundo de la zona de Mataperros. El período de estudio fue desde otoño de 2005 a fines de 2008.

### Escala

Es uno de los indicadores utilizados por Pereira Machín (2009) para determinar el estado de salud del campo. Con una escala de 5 niveles: muy baja, baja, media, alta, muy alta.

Ayala y Bermúdez (2005) presentan valores de cobertura para la zona de lomadas del este, en dos manejos contrastantes de frecuencia e intensidad de pastoreo (30 días y 2.5 cm y 90 días y 7.5 cm), durante 5 años. El manejo del pastoreo afectó la proporción de suelo desnudo, y la relación verde/seco. Los resultados se presentan en la gráfica 5.

Gráfica No.5: Proporción de suelo desnudo, fracción verde y fracción seco en dos manejos contrastantes del pastoreo en un Argisol de la Unidad Alférez



Fuente: extraído de Ayala y Bermúdez (2005)

Como se aprecia en la gráfica es posible lograr coberturas casi totales del suelo, pero esto se logra mediante el compromiso de la calidad del forraje.

No se cuenta con este tipo de información para pastoreo continuo.

Escala de porcentaje de cobertura de suelo (visualmente)

- Menos de 75% de cobertura de suelo: 1
- Entre 76 y 90% de cobertura de suelo: 2
- Más de 91% de cobertura de suelo: 3

Los niveles corresponden a suelos medios a profundos. En caso de suelos superficiales 70% correspondería al nivel 3.

#### Metodología de medición

Debe recorrerse todo el potrero, después de un número aleatorio de pasos y direcciones depositar el cuadro sobre el tapiz, debe anotarse el valor exacto y luego promediar, el número mínimo de muestreos es de 30. <sup>1</sup> Se sugiere evitar trillos o zonas de bebederos o saleros.

Se incluyen tanto la fracción vegetal verde y seca.

Debe hacerse la medición en todos los potreros, en períodos de escaso crecimiento vegetal, como en invierno. En caso de veranos secos también se recomienda efectuar la medición.

### Discusión

Cuatro de los participantes en los talleres encontraron útil el indicador y dos apropiada la escala.

Uno de los comentarios recibidos por un Ing. Agr. en ejercicio fue *"este tema me parece de importancia. No obstante hay que referirlo a situaciones potenciales de cada tipo de pasturas. Es decir en un suelo superficial el 70 % es excelente y en uno profundo de basalto es muy malo"*

#### 4.2.2.5 Erosión edáfica

La degradación de suelos es la reducción de la capacidad de uso de la tierra para producir beneficios para el hombre y abarca todos los procesos y agentes que afectan su capacidad de uso, su calidad y su productividad. Comprende los procesos de erosión, sedimentación, compactación, salinización, acidificación, contaminación y todos aquellos que de una forma u otra, total o parcialmente, deterioran sus propiedades físicas, químicas o biológicas (URUGUAY. MVOTMA. MGAP, citado por URUGUAY. MGAP. PPR, 2007).

Dicho fenómeno ocasiona la merma en la cantidad de materia orgánica original y en la estabilidad estructural, por consiguiente favorece la erodabilidad del suelo (URUGUAY. MGAP. PPR, 2007).

Se considera en esta propuesta los procesos erosivos.

La erosión es el arrastre de partículas constituyentes del suelo por la acción del agua en movimiento o la por la acción del viento. La pérdida ocurre en un lugar concreto del paisaje, y por ende en otro lugar existe sedimentación.

Este proceso es originado por causas naturales o a la acción del hombre. La erosión antrópica es la aceleración del ritmo de erosión por sobre su ritmo natural (erosión geológica), causada por actividad humana (Wolman, citado por García Préchac et al., 2008).

La erosión causa en el suelo incremento de la arcilla en superficie, reducción de la materia orgánica, menor capacidad de retención de agua y pérdida de estructura (Maddalena, citado por García Préchac et al., 2008)

Los agentes causantes pueden ser al agua o el viento. En Uruguay el principal agente de erosión y transporte es el agua.

La erosión es función de la erosividad (la capacidad potencial de la lluvia para erosionar) y la erodabilidad (la vulnerabilidad o susceptibilidad del suelo a sufrir erosión). La erodabilidad es función de las características físicas (textura, estructura y permeabilidad), contenido de agua del suelo, topografía (longitud y pendiente) y uso y manejo al que el suelo es sometido. La magnitud de la erosión está positivamente correlacionada con la del escurrimiento, siendo máxima en el período invernal y mínima en el estival.

Primeramente se clasificaban los distintos tipos de erosión en: laminar, canalículos, surcos y cárcavas (Foster, citado por García Préchac et al., 2008). Más modernamente (Foster et al., Lane y Nearing, citados por García Préchac et al., 2008), se distinguen dos categorías de erosión hídrica: encauzada y no encauzada. La primera corresponde a la erosión en canalículos, surcos y cárcavas mientras que la segunda es principalmente la laminar (García Préchac et al., 2008).

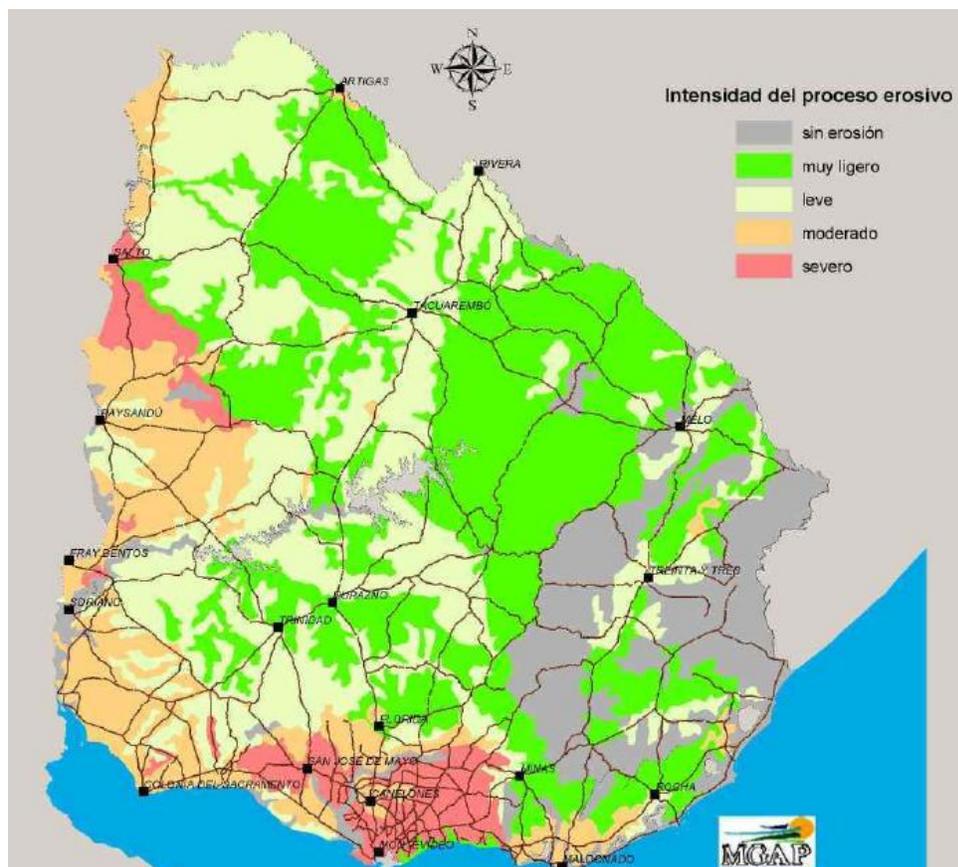
La erosión laminar es la pérdida uniforme del suelo que no genera microrrelieve. En canalículos los procesos de pérdida de suelo ocasionan microrrelieve con depresiones en forma lineal (canales) de menos de 1 m de ancho y 0.2 m de profundidad. La erosión en cárcavas implica una pérdida masiva de suelo, se caracteriza por la presencia de microrrelieve y zanjas de más de 1m de ancho, 0.2 m de profundidad y 5 m de largo. Las zanjas se producen por aguas de escurrimiento concentradas en un talweg natural o antrópico, que no se ha protegido adecuadamente. El talweg es la línea imaginaria que forman los puntos más bajos de un valle o cuenca hidrográfica. Las cárcavas se componen de vértice o cabeza de avance, dos flancos (bordes, taludes) y el fondo (URUGUAY. MGAP. PPR, 2007).

El Manual EIAAR (URUGUAY. MGAP. PPR, 2007) también define la erosión en escalones como la pérdida masiva de suelo, con la generación de microrrelieve, y la formación de un escalón de avance (1 flanco) de más de 0.2 m de profundidad. Se inician en la cárcava y avanzan por la ladera, producto del agua de escurrimiento difuso. La tierra estabilizada es aquella donde el proceso de erosión se ha anulado o estabilizado.

Si bien el campo natural por ser una cobertura vegetal permanente del suelo, y tener un sistema radicular muy denso, no presenta riesgos graves de pérdida de suelo. La erosión por pastoreo explica el 12% de las tierras afectadas por erosión y el 3,6% de la superficie nacional. El valor total es de 6244 km<sup>2</sup>, el 86% es erosión leve (URUGUAY. MGAP. DIRENARE. SIG, 2004).

En un ensayo de 4.5 años sobre un Argisol de Alférez (Terra y García Préchac, 1998) el campo natural pierde en promedio 1.9 ton/ha/año (mínimo de 0.17 y máximo de 6.97). Dicho valor es notoriamente inferior a los registrados en suelo desnudo, doble cultivo en laboreo y siembra directa; 62, 20 y 3.3 ton/ha/año respectivamente. A pesar de esto, en condiciones extremas pueden registrarse procesos erosivos severos en tapices de campo natural.

Mapa No. 3: Interpretación de la carta de erosión antrópica.



Fuente: extraído de URUGUAY. MGAP. DIRENARE. SIG (2004)

En el mapa 3 se observa que en la zona de lomadas la erosión es de nula a muy ligera en la mayor parte de la superficie, pero también se registra erosión leve y moderada.

### Escala

En la leyenda de la carta de erosión antrópica (URUGUAY. MGAP. DIRENARE. SIG, 2004) se definen algunos conceptos.

#### Intensidad de la erosión

- Sin erosión.
- Erosión leve: fenómeno erosivo predominantemente laminar, que reduce promedialmente al horizonte A original del suelo en menos de 25%. La tierra pierde productividad pero no aptitudes ni capacidad de uso.
- Erosión moderada: fenómeno erosivo laminar y con formación de canalículos, que reduce promedialmente al horizonte A original del suelo entre 25% y 75%. La tierra pierde parte de sus aptitudes y disminuye moderadamente su capacidad de uso.
- Erosión severa: fenómeno erosivo laminar y con formación de canalículos y cárcavas que reduce promedialmente al solum en un espesor coincidente con el horizonte A original. La tierra pierde gran parte de sus aptitudes y disminuye significativamente su capacidad.
- Muy severa: fenómeno erosivo en canalículos y cárcavas que reduce promedialmente al solum en un espesor superior al del horizonte A original e impiden el normal pasaje de los equipos agrícolas. La tierra restringe sus aptitudes y capacidad de uso a utilidades recuperadoras del suelo.

La extensión de la erosión se define como:

- Infrecuente: 1 a 5% del terreno
- Común: 6 a 10% del terreno
- Frecuente: 11 a 25% del terreno
- Muy frecuente: 26 a 50% del terreno
- Dominante: más del 50% del terreno

El Manual EIAAR (URUGUAY. MGAP. PPR, 2007) se presenta la erosión como uno de los indicadores de la dimensión calidad del suelo. Se debe ingresar en el programa el porcentaje del área bajo los distintos tipos de erosión (laminar, surcos, y cárcavas), que luego se relaciona con un factor de ponderación k. También se debe contemplar la tendencia de ocurrencia, aumento, inalterado, reducción.

### Escala de erosión edáfica

Laminar muy frecuente a dominante o encauzada frecuente a dominante: 1

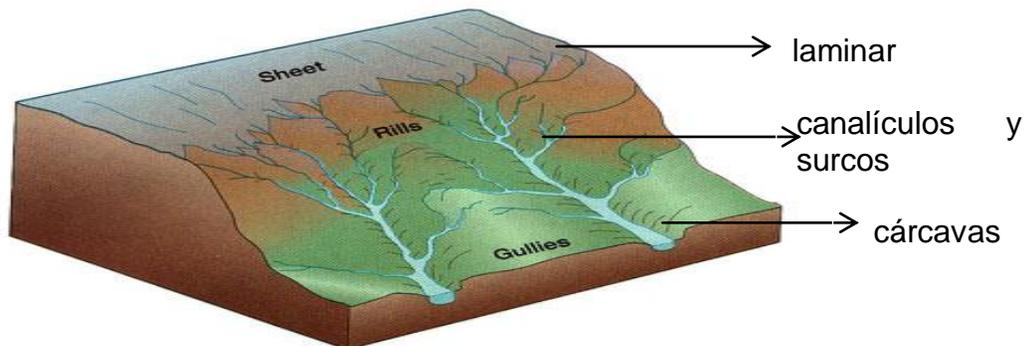
Laminar frecuente o encauzada de infrecuente a común: 2

Ausencia de erosión o laminar común o infrecuente: 3

### Metodología de medición

Debe efectuarse la medición en todos los potreros. Preferentemente en invierno, después de precipitaciones abundantes; pues son mayores las probabilidades de que ocurra escurrimiento, debido a la saturación de agua de los suelos. Aunque también puede medirse en otra estación del año si se da esta situación. En la figura 4 se muestra donde se esperan encontrar las distintas formas de erosión según posición topográfica.

Figura No. 4: Formas de erosión según posición topográfica



Fuente: extraído de García Préchac et al. (2008)

### Opinión en el taller de discusión

En el taller, 4 formularios acordaron con la utilidad de este indicador, no existiendo opiniones contrarias. Aunque un técnico precisó que *"tal vez sea difícil de detectar, a no ser que esté ocurriendo en el momento preciso y con gran intensidad"*.

#### 4.2.2.6 Calidad del agua

### Justificación

La actividad que se realiza en predios agropecuarios puede ocasionar cambios en la cantidad o en la calidad de las aguas, produciendo alteraciones

en los ecosistemas acuáticos. Los impactos causados por una actividad en un lugar puede manifestarse en otro de aguas abajo (URUGUAY. MGAP. PPR, 2007).

Frecuentemente los productores ganaderos no tienen en cuenta ni la importancia ambiental ni en la dieta animal de este recurso. Lo que puede deberse a la abundancia del mismo, y también influye que la ganadería extensiva no sería causa de un grave deterioro del recurso.

Sin embargo, se cree que sería conveniente realizar seguimientos periódicos de la calidad del agua superficial.

La contaminación del agua superficial se define como la máxima concentración de sustancias concretas que durante un período de tiempo definido provoca efectos identificables en esta (URUGUAY. MGAP. PPR, 2007).

El Manual EIAAR (URUGUAY. MGAP. PPR, 2007) establece que la calidad del agua se mide en base a parámetros físicos, químicos, biológicos.

- Parámetros físicos: color, olor, temperatura, sólidos, turbidez, contenidos de aceites y algas.
- Parámetros químicos: demanda bioquímica de oxígeno, pH, presencia de nitrógeno (amoniacal, nitritos, nitratos) y fósforo.
- Parámetros biológicos: presencia de coliformes, coliformes fecales, patógenos específicos y virus.

En el Manual se seleccionan los siguientes indicadores para aplicar en aguas superficiales: oxígeno disuelto, coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno, pH, nitrato, fosfato, turbidez, clorofila a, conductividad, polución visual, e impacto potencial de pesticidas. Comprendiendo las aguas superficiales, a fines del manual, cañadas, cursos de agua, arroyo o río, bañados, y tajamares.

Para la mayoría de los indicadores (menos polución visual del agua e impacto potencial de pesticidas) debe muestrearse antes de la entrada del curso de agua al predio y a la salida de este. A continuación se recogen algunos conceptos de dicho manual; definición de los parámetros y niveles malos, buenos y aceptables (cuadro 4).

- Oxígeno disuelto (OD): es el parámetro abiótico más importante, es clave desde el punto de vista biológico y químico. Otorga información sobre las reacciones bioquímicas que tienen lugar en el medio. Es un indicador de la

carga orgánica del sistema. La concentración del oxígeno disuelto depende de la temperatura, presión y conductividad.

- Coliformes fecales: bacilos aeróbicos y anaeróbicos facultativos, no formadores de endosporas. Son potencialmente patógenos. Incluye los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*.

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): es la cantidad de oxígeno consumida por la degradación bioquímica de la materia orgánica contenida en la muestra durante un intervalo de tiempo específico y a una temperatura determinada. Es una medida indirecta de la materia orgánica presente en efluentes y aguas contaminadas.

- pH: entre 6 y 9 es el rango de potabilidad del agua, y uso agropecuario del agua.

- Nitratos: el  $\text{NO}_3$  es la forma más oxidada del nitrógeno, y forma parte de la fracción inorgánica disuelta junto con el amonio ( $\text{NH}_4$ ) y el nitrito ( $\text{NO}_2$ ). El nitrógeno es un elemento importante en los ecosistemas acuáticos, ya que es un componente de la materia viva.

- Fosfato: el fósforo se encuentra presente en las aguas naturales en forma de fosfato, el aporte artificial puede deberse a fertilizantes, detergentes, desechos domésticos e industriales etc. Lo que contribuye a la eutrofización de los ecosistemas acuáticos.

- Turbidez: los sólidos en suspensión y los materiales flotantes influyen en la transparencia y los procesos fotosintéticos. La turbidez se compone de los residuos de la evaporación y secado de una muestra en estufa, a  $105^\circ\text{C}$ , y luego incinerada a  $450^\circ\text{C}$ .

- Clorofila a: es el pigmento común a todos los organismos fotosintetizantes. El parámetro se usa para estimar la concentración de la biomasa de algas.

- Conductividad: estima la mineralización global del agua, ya que la conductividad se asocia al contenido de sales disueltas en el agua. Se tiene la noción de que iones se están agregando al suelo.

- Polución visual del agua: es un indicador cualitativo, se registra la presencia de espumas, burbujas, aceite, grasa o sólidos flotantes. Se mide la proporción del tiempo en que ocurre la polución.

- Impacto potencial de pesticidas: se considera el ingrediente activo, la frecuencia de uso, y la toxicidad.

Olivera et al. (s.f.) evaluaron la calidad de la cañada en un potrero de la unidad de invernada intensiva del INIA La Estanzuela. Los indicadores seleccionados fueron P,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ , Oxígeno disuelto, pH, bacterias Coliformes (Coliformes sp. y *E. Coli.*).

La selección de los indicadores y el procedimiento de muestreo deberán efectuarse teniendo en cuenta la disponibilidad de los laboratorios de la zona.

### Escala

Cuadro No. 4: Niveles de distintos parámetros de calidad de aguas superficiales

<b>Nivel</b>	<b>OD (ppm)</b>	<b>DBO (ppm)</b>	<b>pH</b>	<b>NO<sub>3</sub> (ppm)</b>	<b>Fosfato (ppm)</b>
Malo	0.0 a 4.0	6 a 9	- 5.5 o + 8.6	5.0 o más	10 o más
Aceptable	4.1 a 7.9	3 a 5	5.5 a 5.9 o 8.1 a 8.5	3.1 a 5.0	4.1 a 9.9
Bueno	8.0 a 12.0	1 a 2	6.0 a 6.4 o 7.6 a 8.0	1.1 a 3.0	1.1 a 4.0
Excelente				0 a 1	0 a 1
Comentario	Más 12 repita la muestra, verifique presencia de algas	+ de 100 muy mala, con desecho orgánico			

Fuente: en base a URUGUAY. MGAP. PPR (2007)

### Metodología de medición

El Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes (URUGUAY. MVOTMA. DINAMA, 1996) establece los métodos de muestreos, equipos y procedimientos necesarios para cuantificar la mayoría de éstos indicadores (así como para otros indicadores de calidad de agua).

### Discusión

En el momento del taller el único indicador que se proponía era el nivel de nitratos. Pero más allá de eso, el principal cuestionamiento fue la aplicabilidad de la propuesta, por ser necesario análisis de laboratorio. En uno de los formularios se propuso el uso de turbidez visual. No se encontró ningún antecedente de uso de este tipo de indicador.

#### 4.2.3 Resiliencia

Este atributo hace referencia a la habilidad de sortear eventos extremos, de diversa índole. En la propuesta se hace centro en la capacidad de resiliencia de un tapiz ante déficits hídricos estivales. Ya que el agua limita más

que cualquier otro factor individual el crecimiento de las plantas. El estrés hídrico causado por un déficit de agua, en contraste con otros tipos de estrés causados por otros factores, no ocurre abruptamente, se desarrolla lentamente incrementándose en intensidad con el paso del tiempo.

El déficit hídrico se produce cuando la cantidad de agua perdida por una planta en el proceso de transpiración es superior a la cantidad de agua absorbida (Kramer, citado por Terra y Carámbula, 2000).

Aunque los efectos más obvios de los déficits hídricos sobre las plantas son la reducción del tamaño de las plantas, el área foliar y el rendimiento productivo, éstos afectan prácticamente todos los aspectos del crecimiento vegetal, incluyendo la anatomía, la morfología, la fisiología y los procesos bioquímicos (Terra y Carámbula, 2000).

A medida que el agua es removida del suelo por las plantas y no es reabastecida por lluvias, la disponibilidad de agua en la zona de las raíces decrece sucesivamente de manera sensible y por consiguiente el volumen de agua en la planta debe ser igualmente reducido a los efectos de mantener la misma tasa de transpiración. Por último, si la disponibilidad de agua se hace cada vez menor, los procesos vitales de las plantas también decrecen (Terra y Carámbula, 2000).

Se destacan dos parámetros importantes en lo que se refiere al bienestar hídrico de las plantas: el agua disponible en suelo y la capacidad de exploración radicular. El agua disponible (en %) puede estimarse por métodos empíricos, y también se cuenta con información de la Unidad GRAS del INIA por sección policial. Es por ello que se optó por elegir como un indicador de la resiliencia de un sistema el largo de las raíces.

#### 4.2.3.1 Largo de raíces

##### Justificación

El largo de raíces se relaciona con la profundidad de arraigamiento de un suelo. La profundidad de arraigamiento es una de las propiedades a inferir de los suelos, y se refiere al espesor de la zona más apta para el desarrollo de raíces.

Las raíces son notoriamente menos afectadas por un déficit hídrico que la parte aérea.

Cuando un suelo se va secando, el agua remanente es retenida cada vez con más fuerza por la fase sólida por lo que en estas circunstancias, buenos sistemas radiculares y áreas remanentes adecuadas permiten que se produzca en ellas un déficit de difusión de hasta  $-15$  bars aproximadamente que acompaña al proceso de descarga del suelo, mientras que con un área remanente pequeña pocas veces éste excederá los  $-2$  bars

Un sistema radicular profundo (y denso) no sólo tolera mejor los períodos críticos, sino que permite un mayor aprovechamiento de las lluvias.

La vegetación de campo natural es más resistente que los déficits hídricos que las especies forrajeras introducidas, producto de la selección natural. Lo que no implica que sean productivas en dichas condiciones (Terra y Carámbula, 2000).

Como ya se mencionó, la zona de colinas y lomadas del este presenta suelos de textura media, muy diferenciados, con problemas de drenaje y con capacidad de almacenamiento de agua entre 100 y 300 mm. Los suelos predominantes son Argisoles y Brunosoles subeutricos, asociados a Planosoles. Los Argisoles y Planosoles han sufrido procesos de lavado de arcillas, que ocasionan un horizonte B sumamente arcilloso y compacto, relativamente impermeable y se encuentra a relativa poca profundidad. Las características del horizonte B determinan que la capacidad de almacenamiento de agua disponible de los suelos sea restringida, con valores máximos de 50-80 mm. También determina que sean frecuentes los excesos como las deficiencias hídricas. A su vez condiciona el crecimiento vegetal a los nutrientes del horizonte superficial. Resumiendo, las pasturas que se desarrollan sobre los suelos de colinas y lomadas del este presentan riesgos de sequías en cualquier época del año, pero sobre todo en verano (Terra y Carámbula, 2000). Una forma de enfrentar la crisis hídrica sería aumentar la exploración radicular.

#### Escala y metodología de medición

No se encontraron antecedentes de investigación en esta temática, en consecuencia no se pudo establecer ni la escala ni la metodología de medición.

#### Discusión

Este indicador no fue presentado en el taller de discusión.

#### 4.2.4 Confiabilidad/Adaptabilidad

En general puede decirse que la diversidad de especies, la estructura y la composición del tapiz condicionan la respuesta al manejo, aunque su condición actual no sea la ideal (Millot et al., 1987). Con la selección de indicadores para este atributo se trata de tener en cuenta esta premisa, y además se incluye el nivel de componente animal para lograrlo.

##### 4.2.4.1 Carga promedio anual

###### Justificación

Determinar la dotación adecuada a cada tipo de campo es la decisión de manejo más importante (Holechek, Heady y Child, citados por Berretta, 1998). Cada vegetación tiene una producción potencial que va a determinar la capacidad de carga de ellas. Allen, citado por Berretta (1998) define la capacidad de carga como la máxima dotación para alcanzar un objetivo de performance animal, con un método de pastoreo específico, que puede ser aplicado en un período definido sin deteriorar el ecosistema.

La carga es uno de los factores determinantes directos de la producción animal de un campo y a su vez es el que más incide en la sostenibilidad de una pastura natural. Es necesario elegir una carga que asegure un desempeño lo suficientemente satisfactorio a través de los años, lo que implica a que en los años buenos necesariamente se produzca una subutilización (Pizzio y Royo Pallarés, 1998).

La carga animal, el método de pastoreo y la relación ovino/bovino son algunos de los factores que afectan la composición botánica de las pasturas. Si la dotación excede la capacidad de carga, generalmente se produce un cambio en la composición de una comunidad vegetal a otra que es menos productiva o de menor valor para la alimentación de los animales que está asociado a un cambio de los tipos vegetativos (Noy-Meir, Olmos, Formoso, citados por Berretta, 1998). Esto ocurre porque el pastoreo selectivo coloca en desventaja para competir a aquellas plantas más utilizadas (Briske, Briske y Richards, citados por Berretta, 1998).

La carga animal es la variable responsable de los cambios en las características de la pastura, ocasiona alteraciones en la frecuencia e intensidad de defoliación de plantas, cambios en la altura, estructura y disponibilidad de forraje, y en consecuencia altera la actividad de pastoreo, el consumo de forraje y la performance animal (Bransby et al., citados por Rinaldi

et al., 1997). Y por tanto es la principal variable de manejo que afecta el resultado físico y económico del ecosistema ganadero pastoril. A nivel predial y escala de tiempo anual, el efecto de la carga opera a través de la oferta de forraje (Soca et al., 2008)

La carga calculada para los distintos tipos de campo en función de su producción varía entre 0,5 y 0,85 unidades ganaderas/ha. Para Boggiano (2003) en suelos superficiales la carga no debería ser superior a 0.6 UG/ha, en suelos profundos el óptimo podría ser de hasta 1 UG/ha en primavera-verano.

Si la carga es superior a la óptima el desbalance se traduce en un pobre desempeño animal y en la degradación del campo, en cambio si es inferior se ocurren los procesos de endurecimiento y ensuciamiento. En general cargas continuas mayores a 1 UG/ha por periodos prolongados provocan una reducción en la producción de forraje al reducirse la frecuencia de pastos productivos y aumento de las hierbas enanas, pastos de bajo porte improductivos, malezas y arbustos (Berretta, 2003a). Cuando la intensidad de pastoreo de las comunidades se incrementa las mismas reaccionan en forma similar independientemente de su localización; lo que se refleja por cambios en la composición botánica con un incremento en la proporción de especies anuales, rastreras y mayor porcentaje de suelo desnudo (César, Fuls et al., Jonkeu, Zhu, citados por Olmos, 1992).

A medida que se prolonga el pastoreo de un campo con carga alta y continua por periodos largos, hay un aumento de los pastos estoloníferos como *Axonopus affinis* y *Paspalum notatum* (Olmos y Godron, citados por Berretta, 1998). Éstas especies son de ciclo estival, por lo que, además de ocurrir una reducción en la producción de forraje, hay un cambio hacia una vegetación de verano, ya que todos los pastos estoloníferos son de verano, excepto *Agrostis palustris* (Berretta, 1998). Por otra parte las especies invernales finas, al florecer cuando la disponibilidad de forraje es menor no llegan a semillar; entonces su persistencia depende únicamente de los mecanismos de reproducción vegetativa. Un ejemplo es *Poa lanigera* que es una planta con encañamiento lento y apetecible, los descansos le permiten florecer y semillar y favorecen el aumento de su frecuencia (Berretta, 1998).

La mayoría de las pasturas naturales han soportado por muchos decenios dotaciones excesivas y un manejo inadecuado, lo que condujo a que hoy día los campos sean muy resistentes al diente y al pisoteo, también han ocurrido reducción de la fitomasa y cambios desfavorables en la composición botánica (Carámbula et al., citados por Bermúdez y Ayala, 2005)

El exceso de dotación también puede conducir a un aumento de la compactación del suelo, disminuyendo la infiltración, la difusión de oxígeno y perjudicando el desarrollo radicular (Pinto Oliveira et al., 2004).

La disponibilidad de agua para la fotosíntesis está fuertemente afectada por el manejo. El pastoreo con alta carga puede aumentar el stress hídrico por debilitamiento del sistema radicular, causando excesivo escurrimiento del agua sobre el suelo y evaporación de humedad, en particular en aquellas vegetaciones que han sido degradadas (Berretta, 1998).

El déficit hídrico primavera-estival reduce la capacidad de carga predial y contribuye a la degradación del recurso por sobrepastoreo (Soca et al., 2007a).

La dotación es aún el principal problema de manejo de las pasturas naturales y la habilidad para superar este problema sería en parte obstaculizada por la aptitud para determinar la capacidad de carga adecuada (Walker, citado por Berretta, 1998).

Para Pereira Machín (2003), Berretta (2005) los perjuicios que ocasiona una carga inadecuada no pueden ser subsanados con ajustes en la relación lanar/vacuno o con el sistema de pastoreo.

### Escala

En suelo de la Unidad Alférez se evaluó el efecto del sistema de pastoreo y la carga animal (continuo 0,75 UG/ha; continuo 0,92 UG/ha; rotativo 0,92 UG/ha; y rotativo 1,07 UG/ha), en pastoreo mixto con capones (2 dientes) y novillos de año y medio en una relación lanar: vacuno de 2 a 1. En el experimento se evaluó el desempeño animal en ganancia diaria estacional y la productividad física (kg carne/ha). El período de estudio fue de 1993-1996 (Ayala y Bermúdez, 2005).

Las ganancias diarias (promedio anual) de los novillos se encontraron en el rango de 184 a 327 g/animal/día; en el período invernal sistemáticamente se registran pérdidas de peso (desde 248 a 469 g/an/d); en primavera este hecho se revierte con ganancias que van desde 550 a 850 g/an/d. Ello se explica por la mejora en cantidad y calidad de forraje y al crecimiento compensatorio de los animales.

Los ovinos tuvieron ganancias diarias moderadas a bajas durante el año; en el invierno se registraron pérdidas mínimas o niveles de mantenimiento.

En el cuadro 5 se resumen los resultados de ganancias diarias promedios anuales y productividad física.

Cuadro No 5: Ganancias diarias (promedio anual) de novillos Hereford y capones Corriedale sobre campo natural y productividad física (1994-1996)

	<b>Continuo 0,75</b>	<b>Continuo 0,92</b>	<b>Rotativo 0,92</b>	<b>Rotativo 1,07</b>
<b>Ganancia media diaria (g/d)</b>				
novillos	290	296	283	197
capones	38	39	35	35
<b>Productividad física (kg/ha)</b>				
carne vacuna	88	108	103	84
carne ovina	23	29	26	30
lana ovina	7	8	7	8
carne equivalente	128	157	146	134

Fuente: elaborado en base a Ayala y Bermúdez (2005)

Entre los sistemas de pastoreo (0,92 UG/ha) no se encontraron diferencias significativas en las ganancias diarias promedio anual de los novillos. Tampoco se encontraron efectos en las ganancias anuales promedio de los novillos en condiciones de pastoreo continuo (0,75 vs 0,92 UG/ha); en los experimentos de pastoreo rotativo (0,92 vs 1,07) se encontraron diferencias significativas en los dos últimos años (Ayala y Bermúdez, 2005).

En el comportamiento de los capones, en su ganancia diaria promedio anual, no se registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos de pastoreo continuo (0,75 vs 0,92 UG/ha) ni en los de pastoreo rotativo (0,92 vs 1,07 UG/ha). Entre sistemas de pastoreos (0,92 UG/ha) se detectaron diferencias estadísticas sólo en el último año, a favor del pastoreo continuo.

El aumento de la carga en pastoreo continuo (0,75 vs 0,92 UG/ha) redundó en un aumento del peso vivo vacuno y ovino y la producción de lana por hectárea. En pastoreo rotativo (0,92 vs 1,07 UG/ha) al incrementar la carga se redujo el peso vivo vacuno pero aumenta la producción ovina. Entre sistemas de pastoreo (0,92 UG/ha) no se detectaron diferencias significativas en la producción vacuna, y sólo en un año a favor del pastoreo continuo en la producción ovina.

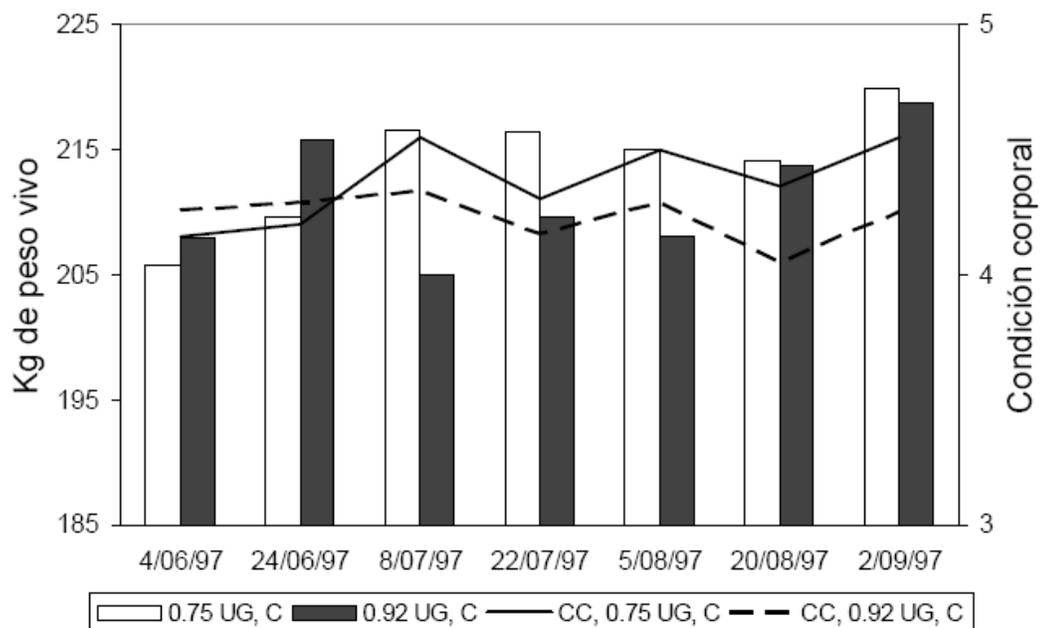
Los autores concluyen que sostener la carga en valores de 1,07 UG/ha no es viable productivamente y dotaciones de 0,75 UG/ha ó menores no maximizarían la productividad. Por ende 0,92 UG/ha sería la carga apropiada.

En 1997 se introdujeron en el experimento anterior una serie de modificaciones: se sustituyen los novillos de sobreaño por vaquillonas de sobreaño, y los borregos de 2-4 dientes por corderos dientes de leche, se mantiene la relación lanar/vacuno en 2 a 1 (Scaglia et al., 1997).

En el periodo invernal de 1997 se evaluó la biomasa disponible y rechazada en los tratamientos con pastoreo rotativo, se observó una notoria diferencia entre las dos cargas (0,92 y 1,07 UG/ha) a favor de los tratamientos menos intensos. Los autores concluyen que 4 años consecutivos manejados con muy alta carga podría estar afectando la permanencia y productividad de las especies.

En la gráfica 6 se presenta la evolución de peso y condición corporal para los tratamientos en pastoreo continuo, 0,75 y 0,92 UG/ha.

Gráfica No. 6: Evolución de peso y condición corporal de vaquillonas pastoreando campo natural a diferentes cargas con sistema de pastoreo continuo.

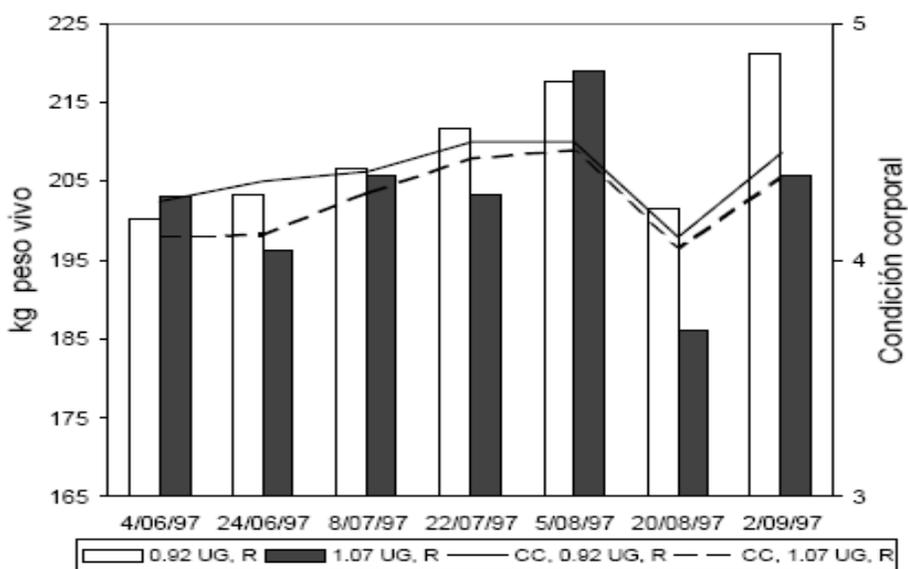


Fuente: extraído de Scaglia et al. (1997)

Se nota una tendencia a favor del tratamiento menos intenso, tanto en la evolución de peso como en la c.c. promedio; aunque las diferencias no son significativas. Los autores lo atribuyen a la mayor disponibilidad remanente de dicho tratamiento al avanzar el invierno. A principios de primavera ambos tratamientos se recuperan.

El sistema de pastoreo rotativo se comportó mejor que el continuo, (0,92 R vs 0,92 C). Los autores recalcan que el efecto del sistema de pastoreo se acentúa por la alta carga con que se manejan los tratamientos. Una carga de 0,92 UG/ha en campo natural con pastoreo continuo afecta notoriamente el desempeño de todas las categorías y especialmente en animales con altos requerimientos como los de recría.

Gráfica No. 7: Evolución de peso y condición corporal de vaquillonas pastoreando campo natural a diferentes cargas con sistema de pastoreo rotativo



Fuente: extraído de Scaglia et al. (1997)

El tratamiento de 1,07 UG/ha se comportó peor que el de 0,92 UG/ha para kg de peso vivo; en cuanto a la c.c, no se registraron grandes diferencias.

Ninguno de los tratamientos viabilizaría el entore de las vaquillonas con 2 años en las condiciones recomendadas, 280 Kg de peso y 5 de c.c. Es claro

que altas cargas (1,07 UG/ha) merman el desempeño individual de las vaquillonas, alejándose aún más de este objetivo.

El comportamiento de los corderos no mostró diferencias ni entre sistemas de pastoreo ni entre dotaciones.

En el cuadro 5 se presentan los principales resultados físicos del experimento.

Cuadro No. 5: Ganancias diarias (kg/día) y productividad (kg carne/ha) obtenidas para los tratamientos sobre campo natural del 4/6 al 2/9

Tratamiento	Categoría	No.	Ganancia (kg/día)	kg de carne equivalente*
0,75 UG/ha; C	Vaquillona	10	0,16	11,9
	Cordero	20	0,07	19,7
0,92UG/ha; C	Vaquillona	12	0,12	10,9
	Cordero	24	0,09	27,3
0,92 UG/ha; R	Vaquillona	12	0,23	21,2
	Cordero	24	0,06	21,8
1,07 UG/ha; R	Vaquillona	14	0,03	3,2
	Cordero	28	0,06	2,5

Fuente: extraído de Scaglia et al. (1997)

\* peso de vellón ficto de 2.2 kg por animal.

Los kg de carne producidos por hectárea aumentan a medida que la carga aumenta hasta 0,92 UG/ha, independientemente del sistema de pastoreo. Con una carga de 1,07 UG/ha la productividad desciende abruptamente.

En otro experimento desarrollado sobre un Argisol de la Unidad de suelos Alférez se calculó la capacidad de carga anual desde 1992 a 2002. Para ello se midió la producción anual de forraje y la distribución estacional.

La unidad ganadera (UG) se toma como una vaca de 380 kg, que gesta y lacta un ternero en el año. Se considera un factor de uso del 50%, este factor incluye el consumo por animales en pastoreo, así como también el consumo de otros herbívoros y pérdidas por senescencia, pisoteo y descomposición (Berretta y Bemhaja, citados por Bermúdez et al., 2003). La oferta de forraje se estima como 2% del peso vivo. Para la unidad ganadera se requieren 2774 kg/ha/año de MS.

Cuadro No. 6: Producción estacional y anual (MS kg/ha) y estimación de capacidad de carga anual (UG/ha) de un campo natural sobre un Argisol de la Unidad Alférez, desde 1992 a 2002

<b>Año</b>	<b>Verano</b>	<b>Otoño</b>	<b>Invierno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Anual</b>	<b>Cap carga</b>
1992	2026	863	397	892	4178	0.75
1993	1910	1165	241	938	4254	0.77
1994	1566	986	265	1088	3905	0.7
1995	876	768	422	979	3045	0.55
1996	1199	643	519	1445	3806	0.69
1997	1380	719	265	939	3303	0.6
1998	1332	817	342	1001	3492	0.63
1999	878	653	279	808	2618	0.47
2000	647	520	286	945	2398	0.43
2001	1598	943	493	1387	4421	0.8
2002	1458	1918	746	1123	5245	0.95
Media	1352	909	387	1050	3697	0.67
Desvío	388	400	153	210	836	0.15
C.V (%)	29	44	40	20	23	23

Fuente: extraído de Bermúdez et al. (2003)

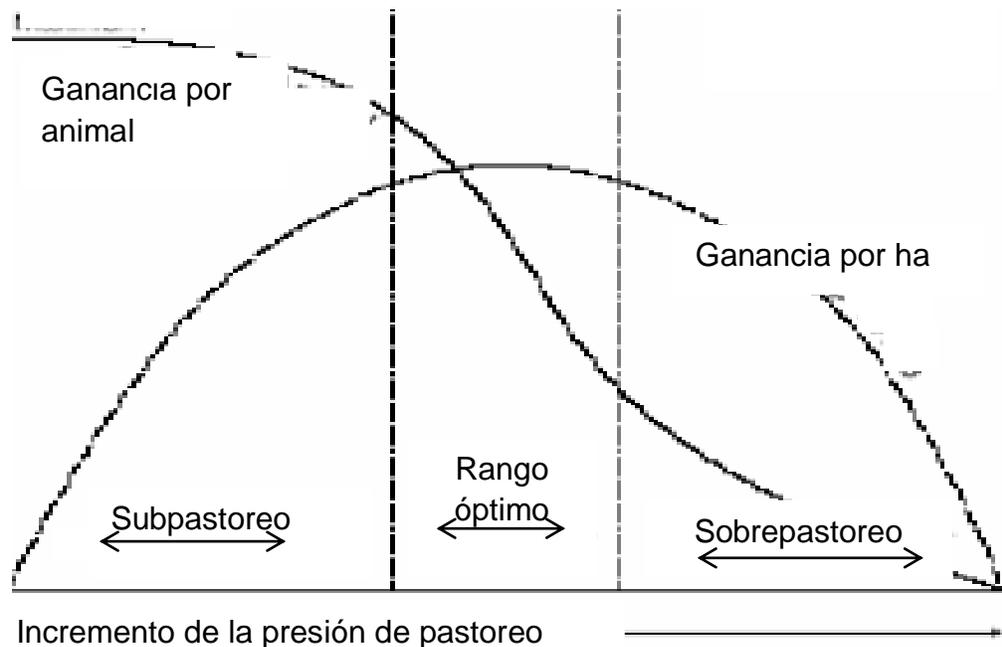
Las menores capacidades de carga (0.47 y 0.43) de los años 1999 y 2000 respectivamente fueron consecuencia de los importantes déficits de agua registrados, asimismo, la mayor capacidad de carga (0.95) del 2002 se relacionar con un año lluvioso.

En Bermúdez y Ayala (2005) se presentan los datos de productividad del mismo campo para los dos años siguientes: 2003: 2667 kg MS/ha y 2004: 1192 kg MS/ha. Por tanto corresponde una carga óptima de 0.48 y 0.21 UG/ha.

Bermúdez et al. (2003) concluyen que la decisión de la carga debe tomarse con mucha cautela, ya que la carga puede ser el doble en un año muy lluvioso que en un año poco lluvioso.

La carga óptima es la que maximiza la cosecha de energía y eficiencia de conversión del forraje producido por una pastura dada, en forma sustentable en el tiempo. El subpastoreo es una estrategia que prioriza la captación de energía y la estabilidad de la producción, el sobrepastoreo por su parte prioriza momentáneamente la cosecha de forraje producido (Escuder, 1996).

Gráfica No. 8: Influencia de la presión de pastoreo en la ganancia por animal y por hectárea



Fuente: Formoso<sup>3</sup>

Todos los años el rango óptimo de presión de pastoreo se establecerá en distintos valores, como se vio anteriormente. Pero es preciso establecer una carga “segura” de la región, que por la variabilidad anual de producción de forraje necesariamente se alejará de la carga óptima anual; pero a largo plazo evitará el desequilibrio en el tapiz que ocasionan el sub y sobrepastoreo. Estos conceptos son recogidos por Pereira Machín (2002):

- capacidad de carga: son los kilogramos de peso vivo animal, con un objetivo determinado de comportamiento, que el campo es capaz de soportar con determinado manejo, sin ser deteriorado en un largo período de tiempo. En general se ha venido trabajando con cargas superiores a las capacidades de

carga, por lo que el ajuste en muchos casos estará dado por un descenso de la misma (Pereira Machín, 2003).

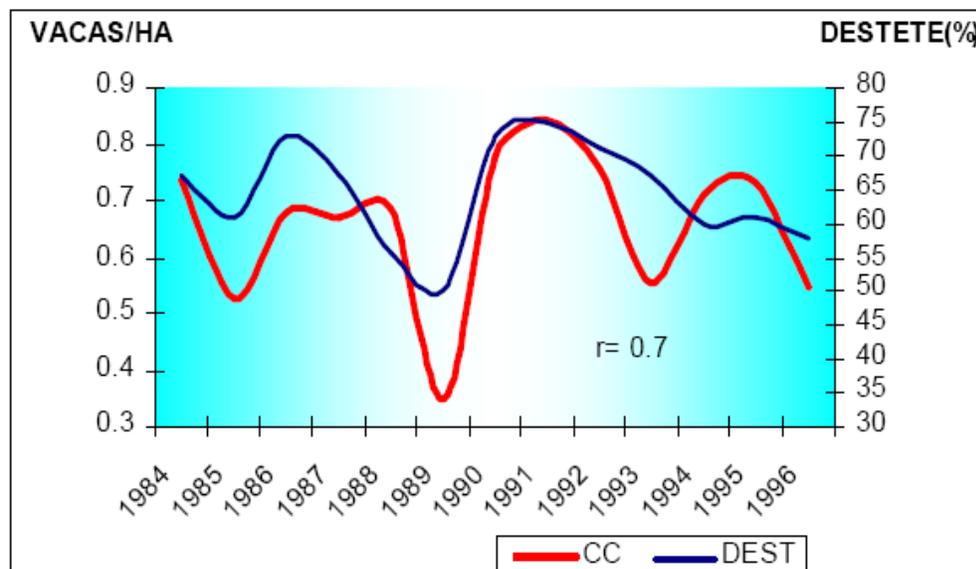
- carga antieconómica: es aquella que está bastante por debajo de la media. Si bien es muy segura contra fenómenos climáticos adversos, representa una carga que desde el punto de vista económico no es viable.

- carga riesgosa: es la que se encuentra por encima de la media, aunque puede significar un mayor ingreso económico, es más probable de encontrarse con pérdidas elevadas.

- carga segura: representa los valores medios. Estos valores no existen en la realidad, sino que son elaborados para mostrar una tendencia. Para el autor es lo correcto tanto desde el punto de vista de la productividad como de la conservación del recurso, aunque debe considerarse la variabilidad. Debe definirse dentro de cierto rango de cargas (0,7-0,8), y deben tenerse en cuenta las variaciones entre años y estaciones.

Formoso, citado por Pereira y Soca (1999) reportó una estrecha asociación entre la capacidad de carga del campo natural (calculada en base a la producción de forraje) sobre Cristalino y el porcentaje de destete ( $r^2 = 0.6$ ,  $p < 0.01$ ). En la mayoría de los años, la carga que emplean los sistemas reales de 0.8 UG/ha, supera la capacidad de carga calculada, y como consecuencia obtienen baja eficiencia reproductiva. Sólo en 3 de 13 años este valor coincidió con el óptimo, resultando en porcentajes de destete del 70%.

Gráfica No. 9: Evolución de la capacidad de carga y porcentaje de destete (del año siguiente) en suelo Cristalino entre 1984 y 1997



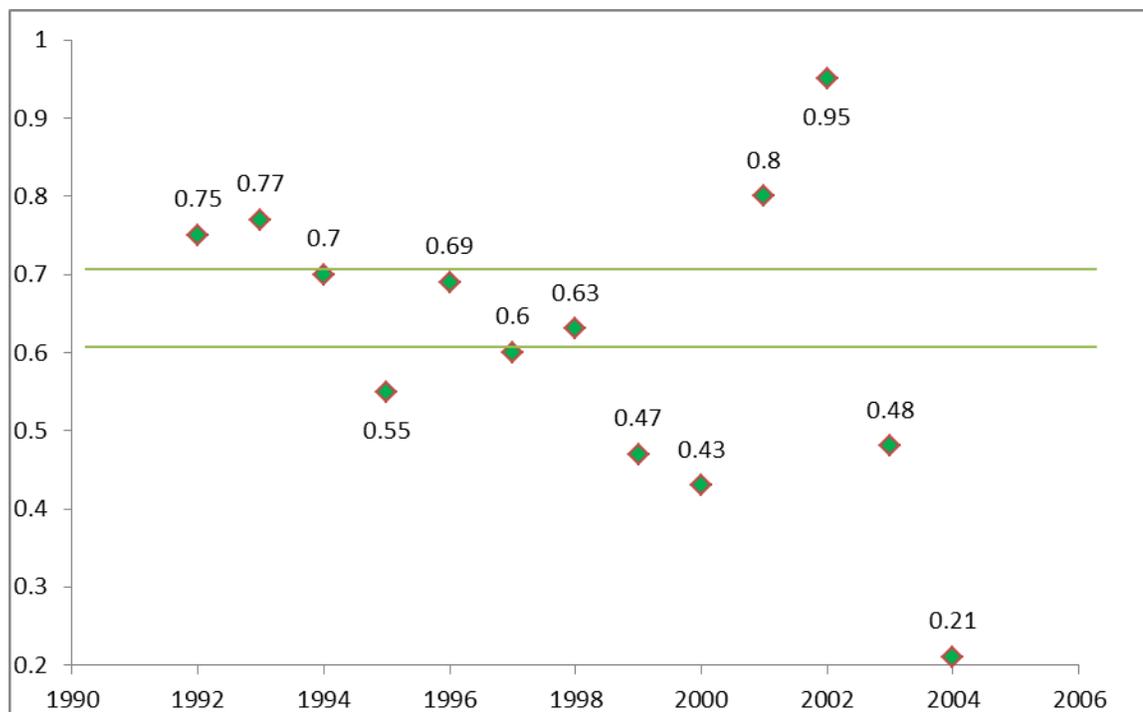
Fuente: extraído de Soca et al. (2007b)

Resultados similares son presentados por Pereira Machín (2003) para basalto, la capacidad de carga y el porcentaje de destete siguen la misma tendencia, es decir cuando baja la capacidad de carga, baja el porcentaje de destete y buenos destetes cuando mejoró la misma. La carga real con la cual se trabajó todos esos años fue de aproximadamente 0,8 y sólo en 4 ocasiones de 15 la capacidad de carga supero ese valor; el resto de los años en los sistemas la comida escaseo.

Para Soca et al. (2007b) la variabilidad climática en sistemas de producción con carga animal fija y por lo general superior a la capacidad de carga del ambiente sería una de las causas de la baja eficiencia reproductiva.

Para proponer la escala se toma en cuenta los últimos experimentos presentados, puesto que en el primero y no se presentan los datos disponibilidad de forraje y en el segundo sólo se cuenta con la información al inicio y el período analizado es menor.

Gráfica No. 10: Capacidad de carga anual sobre un Argisol de la Unidad Alférez (en base a Bermúdez et al. 2003, Bermúdez y Ayala 2005)



Escala propuesta:

Menos de 0.43 o Más de 0.95: 1

Entre 0.44 y 0.59 ó entre 0.71 y 0.94: 2

Entre 0.6 y 0.7 UG/ha: 3.

Los distintos niveles intentan abarcar situaciones alejadas del promedio, castigando por igual situaciones de sobrecarga y de subcarga.

El nivel 3 intenta incluir aquellos sistemas confiables en su productividad, en 4 de 13 años esté rango incluye la carga óptima de la serie histórica. Además se cree que son capaces de adaptarse frente a eventos extremos. Es lo que se definió previamente como carga segura.

Los sistemas del nivel 2 se acercan a la producción potencial sólo ocasionalmente (3 años de 13 para 0.44 a 0.59; 3 años de 13 para 0.71 a 0.94). Además se cuenta con los antecedentes de que 0.8 UG/ha no estuvieron próximos a la capacidad de carga ni para el cristalino, ni para basalto.

El nivel 1 integra sistemas poco confiables, ya que son los óptimos registrados en los años de eventos extremos de la serie histórica presentada, tienen baja probabilidad de ocurrencia, es decir que se justifican mantener esa carga muy ocasionalmente. Además en caso de que ocurra el evento extremo “opuesto” es menor la capacidad de adaptación. Por ejemplo, cargas mayores a 0.95 se asignan en caso de expectativas de lluvias y por tanto de alta disponibilidad de forraje, en caso de que ello no ocurra se deberá disminuir la carga en momentos que el precio puede estar muy bajo. Serían lo que se definió por Pereira Machín (2002) como carga riesgosa y antieconómica.

#### Metodología de medición

Este indicador es de baja complejidad de cálculo. Existe a disposición en la página de internet del Instituto Plan Agropecuario) la herramienta “Calculadora de Carga”. Para utilizar esta herramienta debe ingresarse el número de ovinos y bovinos según categoría y la superficie.

Cuadro No. 7: Equivalencias en UG/ha según categoría

<b>Bovinos</b>	<b>UG/ha</b>	<b>Ovinos</b>	<b>UG/ha</b>
Vaca de cría	1	Oveja de cría	0.2
Ternero	0.5	Cordero/a mamon	0.1
Vaca fallada	1	Cordero/a diente de leche	0.15
Vaquillona/ Novillo 150-250 kg	0.65	Borrego/a 2 dientes	0.17
Vaquillona/Novillo 250-350 kg	0.8	Capones	0.2
Novillo de + 350 kg	1	Carneros	0.25
Toro	1.2		

Fuente: IPA (s.f.)

Para calcular este parámetro se deben promediar las cargas promedios estacionales (1/7-1/10-1/1-1/4), asimismo debe utilizarse la superficie de campo natural y las categorías que sobre él se manejan. Considerar la carga instantánea y asignarla como valor anual sería un error. El indicador carga instantánea es importante en sistemas intensivos de pastoreo.

Si se contará con la disponibilidad de biomasa del campo podría hacerse un análisis retrospectivo y fijar la carga óptima anual con gran precisión. Este dato puede ser recabado mediante seguimiento satelital. Esto representaría un gran beneficio, puesto que el ajuste sería en base a la cantidad de forraje del predio y no a un suelo representativo de la zona. También se podría establecer la carga segura del predio, en base a series históricas.

### Discusión

Tres de los seis participantes que completaron el formulario encontraron útil este indicador, no habiendo ninguno que aseverara que no era útil. Dentro de los comentarios vertidos tanto en el formulario como durante el taller se destaca la necesidad de bajar la escala, inicialmente el nivel óptimo era superior, ya que se contemplaban los datos del primer experimento. También se mencionó la importancia de adaptar la carga a la capacidad del campo. Además se sugirió que las unidades ganaderas no tenían el mismo impacto según la participación de ovinos y bovinos.

#### 4.2.4.2 Porcentaje de especies gramíneas estivales

##### Justificación

Los estudios en diferentes comunidades y épocas muestran que hay un predominio de especies de ciclo estival (Rosengurt 1979, Millot et al. 1987, Coronel y Martínez, Berreta, Formoso, Mierelles y Riani, Alvarez et al., Olmos, citados por Berretta 1998, Zanoniani y Boggiano 2007). Esto generalmente se transforma en una limitante, por el acentuado desbalance en la producción invernal. Si bien en otoño e invierno aumenta la participación relativa de las invernales, no supera a las estivales. Además la mitad de las invernales, son hierbas enanas y pastos ordinarios, mientras que los finos son escasos.

El predominio de especies estivales es lo que explica la mayor producción de forraje en primavera-verano (Berretta, 1998).

Las especies invernales proveen forraje en otoño-inverno-primavera, son menos eficientes que las especies estivales, pero producen forraje de mayor valor nutritivo durante esa época.

En el cuadro 8 se muestran los resultados del estudio de Millot et al. (1987).

Cuadro No. 8: Número total de especies gramíneas relevantes: estivales (perennes y anuales) e invernales (perennes y anuales), relación perenne estival/perenne invernal y estival/invernal según región

	Basalto	Cristalino	Noreste	Sierras del este	Lomadas del este
Perennes estivales	42	40	57	38	34
Anuales estivales	2	4	4	1	3
Perennes invernales	26	24	14	22	18
Anuales Invernales	10	13	6	7	8
PE/PI	1,62	1,67	4,07	1,73	1,89
E/I	1,22	1,19	3,05	1,34	1,42

Fuente: extraído de Millot et al. (1987)

Becoña et al. (2009) presentan datos de la relación gramínea PE/PI, siendo 3,25 para basalto superficial negro; 3 para basalto rojo; 2,44 para basalto medio; 2,16 para basalto profundo; y 2,75 para ladera profunda de cretácico.

Las especies perennes invernales son menos numerosas y abundantes en todas las regiones relevadas por Millot et al. (1987). Los autores atribuyen esto hecho a que en general son menos persistentes en pastoreos intensivos y frecuentes y por tanto son susceptibles a la degradación por sobrepastoreo. El riesgo mayor es en las cespitosas de alta productividad y apetecibilidad como *Bromus auleticus* y *Poa lanígera*. Otras invernales como *Stipa charruana* y *Melica macra* al ser poco palatables no sufren tanto persecución.

En un estudio con exclusión de pastoreo durante 9 años en Palleros, departamento de Cerro Largo, se constató que a los 3-4 años de iniciado el experimento se tornaron dominantes especies invernales cespitosas (mayormente), como *Stipa setigera*, *Piptochaetium stipoides*, *Bromus auleticus*, *Melica rigida* y *Piptochaetium bicolor*. La mayoría de buena calidad. También Millot et al. (1987) mencionan la ausencia en los tapices pastoreados de *Bromus auleticus* en los suelos arenosos de Tacuarembó, contrastando en lugares de exclusión de pastoreo, como las vías férreas donde la especie se torna abundante. Lo que lleva a la conclusión que la escasez de especies invernales se debe a la herbivoría y no a impedimentos agroecológicos.

Los animales en pastoreo tienen la capacidad de seleccionar su dieta, entre varias especies, el animal elige en primera instancia de acuerdo a su palatabilidad y su valor nutritivo. Esto lleva a que en invierno haya una gran presión sobre las pocas especies que mantienen el crecimiento, las invernales, aquella que más desarrollo alcance será la más comida, lo que conlleva su decrecimiento o su desaparición (Millot et al., 1987).

La baja producción invernal de forraje condiciona el proceso de cría, ya que coincide con períodos críticos desde el punto de vista energético como la gestación avanzada y el inicio de la lactancia (Soca et al., 2007b).

### Escala

Según Terra et al. (2003) la estacionalidad y variabilidad entre años de la producción de forraje en la zona de colinas y lomadas es consecuencia del predominio de especies de ciclo estival y de las variaciones climáticas. El aporte invernal, que no supera el 10%, es una de las mayores causas de los bajos índices productivos que se obtienen en producción animal.

En las lomadas entre el 80-85% de las especies del campo natural son perennes estivales, debido a la baja fertilidad de los suelos y a la persecución que por mal manejo han debido soportar las pocas gramíneas invernales productivas presentes en el tapiz, esto limita el potencial de producción (Ayala et al., citados por Bermúdez et al. 2003, Bermúdez y Ayala 2005).

A pesar de la gran biodiversidad que presentan los campos, el número de especies que aportan biomasa es bajo. El 77% del forraje total producido es aportado por 10 especies, destacándose el complejo *Paspalum notatum-Axonopus affinis* (Ayala et al., citados por Bermúdez et al., 2003).

De éstas, 9 son gramíneas perennes estivales: *Paspalum notatum* (16,7%), *Axonopus affinis* (13,5%), *Coelorhachis selloana* (8,7%), *Paspalum dilatatum* (7,4%), *Stenotaphrum secundatum* (6,6%), *Panicum milioides* (4,3%), *Cynodon dactylon* (3,9%), *Setaria geniculata* (3,7%) y *Axonopus argentinus* (3,5%) (Ayala et al., citados por Bermúdez y Ayala, 2005).

Otras especies de gramíneas que aparecen con frecuencia son las estivales: *Eragrostis bahiensis*, *Bothriochloa laguroides*, *Chloris bahiensis*, y las invernales *Stipa charruana*, *Stipa papposa*, *Stipa setigera* (Ayala et al., citados por Bermúdez et al., 2003). Millot et al. (1987) también mencionan como frecuente a *P. stipoides*, y *Briza triloba*.

En base a las especies predominantes y a la distribución del forraje se considera a los campos de las lomadas como de producción marcadamente estival, con un muy acentuado déficit invernal, con crecimientos mínimos o nulos en esta estación; déficit que aún en los mejores años resulta crítico para categorías sensibles o con altos requerimientos como vientres en gestación, lactación y animales jóvenes mudando dientes. Esta entrega de forraje tan desequilibrada limita de manera muy importante los índices productivos de la región, dificultando tanto el manejo de las pasturas naturales como de los animales (Carámbula et al., 1997).

Se propone estimar el porcentaje de gramíneas estivales, sobre las 15-20 gramíneas frecuentes. El número se fijó teniendo en cuenta el número de especies que Millot et al. (1987) clasifican como muy frecuentes y abundantes, frecuentes y abundantes, y frecuentes.

Porcentaje de gramíneas estivales (sobre gramíneas frecuentes)

Más de 81%: 1  
Entre 61 y 80%: 2  
Menos de 60%: 3

### Metodología de medición

Si se quisiera cuantificar este indicador con gran precisión se reduciría el número de operarios calificados, muy pocas personas conocen 60 especies de gramíneas de campo natural. Por ello que se propone comprometer la exactitud, y aumentar la facilidad y posibilidad de medida.

Se contempla el hecho que el número de especies predominantes en un campo es limitado, siendo enorme el número de especies poco frecuentes y ocasionales (Rosengurtt, Formoso, Armand Ugon, citados por Millot et al., 1987).

Cuando se efectúa la cobertura de tiernas y finas, deberían anotarse las 5 especies más abundantes en cada cuadro. Así se obtendrán las 15 – 20 más frecuentes. En caso de que no se alcance este número, el porcentaje se calculará con base a las frecuentes del predio.

### Discusión

Este indicador se encontró útil en dos formularios, y la escala apropiada en uno.

La semillazón de las invernales en el taller se mencionó como posible indicador de resiliencia, no por su contribución a la propagación de la especie, sino porque indica que esa planta no ha sido pastoreada excesivamente.

#### 4.2.4.3 Presencia de gramíneas finas

### Justificación

Con este parámetro se intenta favorecer a los sistemas que son capaces de mantener en su tapiz aquellas especies infrecuentes en condiciones de pastoreo. Si se detectan individuos de este tipo productivo, que son susceptibles a desaparecer en condiciones de uso intensivo de la vegetación, se infiere que es una medida indirecta de que no están ocurriendo procesos de erosión genética.

Una misma especie puede adoptar hábitos diferentes de acuerdo a los manejos que sobre ella se impongan. La forma actual o distribución en el tapiz puede no ser la ideal para capitalizar rápidamente cambios en el manejo, pero lo importante es la presencia de la especie, que denota la posibilidad mediata de una evolución favorable para la colonización espacial (Millot et al., 1987).

Saldanha (2005) presenta un experimento sobre campos de areniscas cretácicas, con tratamientos de distintas frecuencias de pastoreo (20, 40, 60, 80 días) y períodos de pastoreo cortos, 1 a 4 días, y dotaciones de 80 UG/ha, con una relación lanar/vacuno de 2 a 1, el período de análisis fue entre 1994 a 1996. En primavera la máxima contribución de especies finas y fino-tiernas al forraje disponible fue de 15%, pero lo más frecuente fue que este valor fuera inferior a 10%. Al inicio de los tratamientos la única gramínea invernal era *Piptochaetium montevidense*, a los pocos meses en los tratamientos de 60 y 80 días se observaban individuos de *Bromus auleticus*, *Poa lanígera*, *Lolium multiflorum* y *Stipa setígera*. En el cuadro 9 se presentan los resultados.

Cuadro No. 9: Contribución % al forraje disponible de la ladera, en tres primaveras consecutivas según frecuencia de pastoreo en Cretácico

%	Gramíneas totales				Gramíneas invernales				Especies finas y fino- tiernas			
	Año	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60
1994	39	73	55	61	8	13	8	9	2	4	7	8
1995	65	67	63	65	18	20	17	20	11	15	14	12
1996	73	75	71	65	18	20	24	25	15	7	8	7

Fuente: extraído de Saldanha (2005)

### Escala

No: 1

Si: 3

### Metodología de medición

Este indicador se puede evaluar en cualquier momento. Si se conocen las especies finas es de fácil medición. Para ello debe recorrerse el potrero en busca de las mismas.

### Discusión

Este indicador fue considerado útil en tres formularios, no registrándose repuestas negativas.

#### 4.2.5 Tabla resumen de indicadores

Cuadro No. 10: Resumen de la propuesta de indicadores

ATRIBUTO	INDICADOR	ESCALA		METODOLOGÍA DE MEDICIÓN	MOMENTO DE MEDICIÓN
Productividad	Altura promedio invernal (cm)	1	Menos de 3	Regla, se anota la altura dónde se concentra la biomasa. Promedio de 400 registros cada 100 ha	Inicio y mediado de invierno
		2	Más de 6		
		3	3 a 6		
	Cobertura de gramíneas tiernas y finas (%)	1	Menos de 25	Cuadros de 0.5 por 0.2 m. Realizar estimación visual. Entre 80 y 100 mediciones cada 100 ha y se promedian	Inicio de primavera
		2	Entre 26 y 50		
		3	Más de 51		
Estabilidad	Ensuciamiento (distancia, en m, entre individuos)	1	Menos de 3	Apreciación visual.	Todo el año
		2	Entre 3 y 60		
		3	Más de 60		
	Presencia de especies exóticas invasoras	1	Desplazamiento de la vegetación nativa	Apreciación visual.	Todo el año
		2	Individuos aislados o en pequeños focos		
		3	No se detectan individuos		
	Cobertura de hierbas enanas (% de cobertura del suelo)	1	más de 41	Cuadros de 0.5 por 0.2 m. Realizar estimación visual. Entre 40 y 50 cada 100 ha	Mediados o fines de invierno, o en veranos secos
		2	entre 11 y 40		
		3	menos del 10		
	Cobertura de suelo (%)	1	menos de 75	Cuadros, se promedian 30 medidas	Invierno o veranos secos
		2	entre 76 y 90		
		3	más de 91		
Erosión	1	laminar muy frecuente a dominante o encauzada frecuente a dominante	Recorrer todos los potreros	En invierno, después de lluvias abundantes	

		2	Laminar frecuente o encauzada de infrecuente a común					
		3	Ausencia de erosión o laminar común a infrecuente					
	Calidad del agua		DBO ppm	OD ppm	pH	NO <sub>3</sub> Ppm	Fosfato ppm	Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes
		1	6 a 9	0 a 4	-5.5 o + 8.6	5 o +	10 o +	
2		3 a 5	4.1 a 7.9	5.5 a 5.9 8.1 a 8.5	3.1.a 5	4.1 a 9.9		
	3	1 a 2	8 a 12	6.0 a 6.4 7.6 a 8	1.1. a 3	1.1. a 4		
Resiliencia	Largo de raíces	No se cuenta con información suficiente						
Confiabilidad/ adaptabilidad	Gramíneas estivales (%de especies)	1	Más de 81%			Sobre 15-20 gramíneas frecuentes. Se muestrea junto con la cobertura de tiernas y finas		
		2	Entre 61 y 80					
		3	Menos de 60					
	Carga (promedio anual)	1	Menos de 0.43 o más de 0.95			Usar equivalencias en unidades ganaderas	1/7 1/10 1/1 ¼	
		2	de 0.44 y 0.59 ó de 0.71 a 0.94					
		3	Entre 0.6 y 0.7					
Presencia de gramíneas finas	1	No			Recorrer potrero	Cualquier momento		
	3	Si						

#### 4.2.6 Relación de la propuesta con los servicios ecosistémicos

Para satisfacer la provisión de carne y lana la propuesta busca generar tapices con forraje accesible al diente animal (altura promedio invernal) y apetecidos por estos (% de cobertura de gramíneas tiernas y finas), estos efectos son indirectos. El indicador que se relaciona directamente con producción animal estable a lo largo de los años es la carga promedio anual.

Además de la importancia de la producción animal se desarrollan aspectos para promover la conservación y la fertilidad del suelo, se incluyeron la cuantificación de los signos de erosión y de la cobertura del suelo y el largo de raíces, algunos de los servicios ecosistémicos que se intenta promover son el ciclado de nutrientes y la disminución de las pérdidas de suelo.

La diversidad específica y genética del campo natural se tiene en consideración al ponderar las fluctuaciones estacionales de los tapices (% de especies gramíneas estivales) y la presencia de gramíneas finas, además se considera el efecto de las especies vegetales que podrían ir en detrimento de la biodiversidad (ensuciamiento, % de cobertura del suelo con hierbas enanas, y presencia de especies exóticas invasoras).

La mantención de la limpieza en los cursos de agua superficiales se propone medir directamente a través de análisis de laboratorio.

#### 4.3 PASOS A SEGUIR

Como ya se ha mencionado es imprescindible que la selección de indicadores sea validada, primariamente en parcelas experimentales y luego en los sistemas productivos. Sólo así se podrá detectar si los indicadores cumplen con su objetivo, si existe alguna redundancia entre indicadores, o si es necesario incluir nuevos parámetros. Además es necesario verificar la sensibilidad de las escalas.

En la primera instancia se debería cotejar la propuesta con los indicadores “clásicos”: disponibilidad, crecimiento, relación verde/seco, calidad (%PC, FDA, DMO), estructura vertical, composición botánica (por transecta o botanal), y valor pastoral. También debería hacerse un seguimiento de la evolución de peso de los animales. Para advertir si la aplicación de la propuesta logra detectar diferencias entre parcelas. Dicha evaluación, obviamente, deberá ser llevada a cabo por un investigador.

Paralelamente debería desarrollarse un apoyo visual que explique cómo ejecutar la propuesta, podría ser en formato cd. Se cree que sería de gran ayuda una amplia base fotográfica de las especies frecuentes de la zona de lomadas, así como también especies claves a conocer (por ejemplo las finas y las exóticas como capín anonni<sup>2</sup>). Además de registrar en imágenes los niveles de los indicadores.

Luego del ajuste se debe pasar a la implementación predial de la propuesta, por técnicos y productores. El centro de evaluación en este caso será la facilidad de medición y aplicabilidad de la propuesta.

Por último debería lograrse una batería de medidas a implementar en aquellos predios con niveles bajos de sustentabilidad.

#### 4.4 INDICADORES DESCARTADOS

En esta sección se presentan aquellos indicadores que no integran la propuesta.

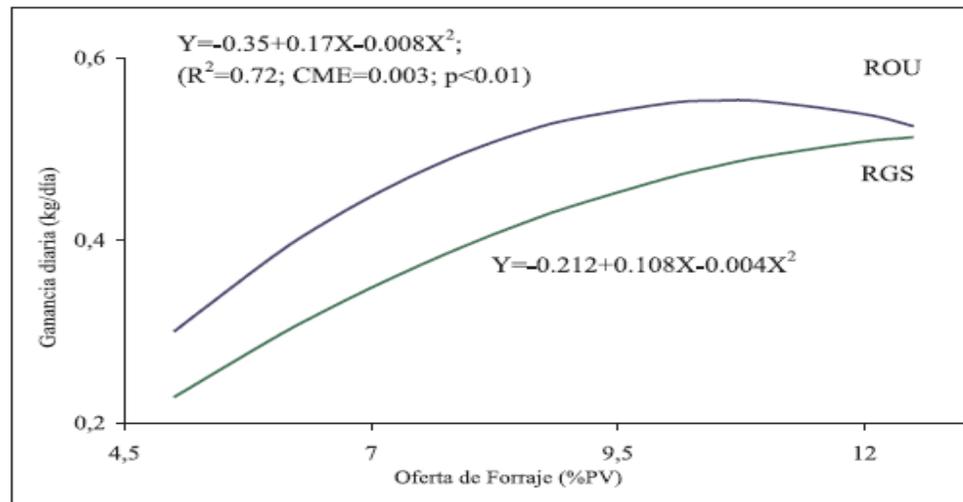
##### Oferta de forraje (%)

La oferta o asignación de forraje (kg MS/100 kg Peso vivo/día) está relacionada estrechamente con la productividad animal individual y por unidad de superficie.

Las características de las pasturas que regulan el consumo de forraje varían con la asignación de forraje. En bajas asignaciones influyen los factores no nutricionales como facilidad de cosecha y selectividad. A medida que aumenta la cantidad de forraje por animal comienzan a influir en el consumo los factores nutricionales físicos y metabólicos (Soca et al., 1993).

Soca et al., citados Soca et al. (2008a), reporta que en experimentos de corto plazo (3 años) la ganancia por unidad de superficie se optimizó en 7.5% y la ganancia por animal en 10% de oferta de forraje.

Gráfica No. 11: Relación entre oferta de forraje y ganancia de peso de vacunos en pastoreo de campo natural en experimentos de ROU y RGS (Brasil)



Fuente: extraído de Soca et al. (2008a)

A igual asignación de forraje se obtienen distintas respuestas en los animales entre las diferentes estaciones del año, lo que puede deberse a las diferencias en valor nutritivo del campo, la densidad de la vegetación y cambios

en los patrones de crecimiento animal asociados a las estaciones (crecimiento compensatorio).

En el Proyecto INIA-Facultad de Agronomía, FPTA 242 se evalúa el efecto de cambios estratégicos y tácticos en la asignación del forraje del campo nativo y del recurso genético animal sobre los kilos de ternero destetado por vaca y por unidad de superficie. También se plantea relacionar la oferta de forraje con el peso vivo y la condición corporal del rodeo de cría (Soca et al., 2008a). El experimento se localiza en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt de Facultad de Agronomía (región noreste). Se utilizan dos potreros de campo natural sobre las unidades de suelo Zapallar y Fraile Muerto y 120 vacas de cría adultas. Se contrastan los siguientes tratamientos:

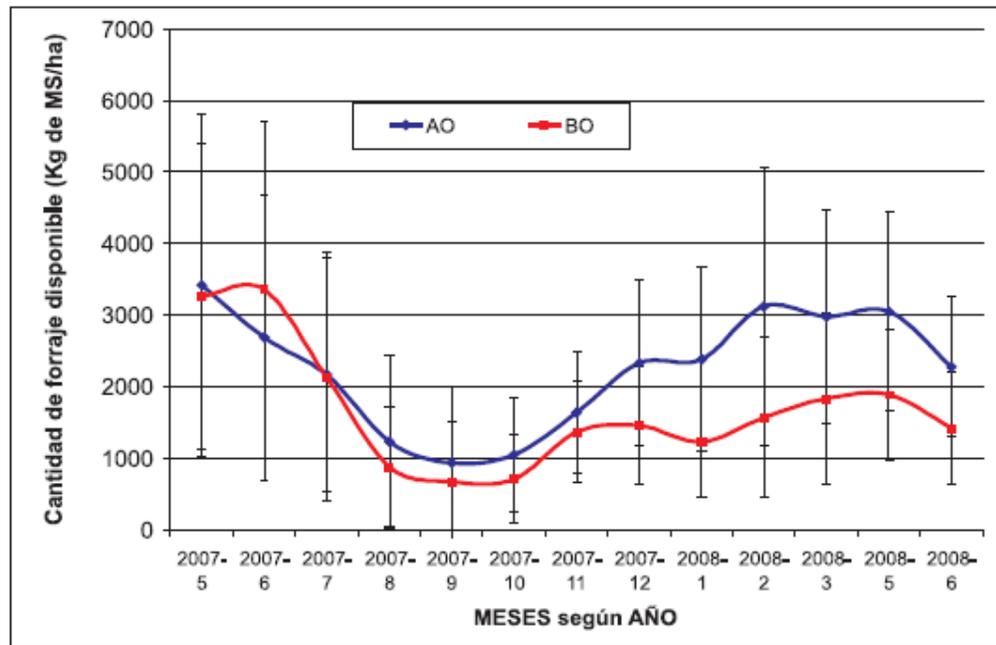
- Alta oferta: 10 kg MS/100 kg PV/día como promedio anual. Las distribuciones estacionales Otoño: 12.5 Invierno: 7.5 Primavera y Verano: 10
- Baja oferta: 6 kg MS/100 kg PV/día como promedio anual. Las distribuciones estacionales Otoño e Invierno: 7.5 Primavera y Verano: 5

Desde mayo hasta setiembre 2007 la oferta de forraje resultó similar (7.5 kg MS/100kgPV). El inicio de los tratamientos fue el 5/09/2007; en cada oferta de forraje se utilizan 30 vacas adultas preñadas de las razas puras (Hereford y Aberdeen Angus) y 30 vacas cruce F1 entre Hereford y Angus (HA y AH).

La cantidad de forraje se estimó en base a doble muestreo por cortes de cuadros 0.5 \* 0.5m con tijeras a ras de suelo. También se registró altura del forraje en el punto de mayor densidad. Mensualmente se evaluó el peso vivo sin ayuno de todos los animales y la condición corporal por apreciación visual empleando escala de 1 a 8.

La oferta de forraje y el mes afectaron la altura y la cantidad de forraje ( $P < 0.001$ ). La oferta de forraje modificó la cantidad de forraje total a partir de diciembre, mientras que la altura presentó diferencias entre ofertas de forraje a partir de noviembre. Dicho patrón resultó diferente entre suelos arcillosos y arenosos (Soca et al., 2008b).

Gráfica No. 12: Evolución de la cantidad de forraje en alta y baja oferta (media aritmética  $\pm$  desvió estándar)



AO y BO = alta oferta y baja oferta respectivamente. Inicio de aplicación de la oferta de forraje (5/9/07).

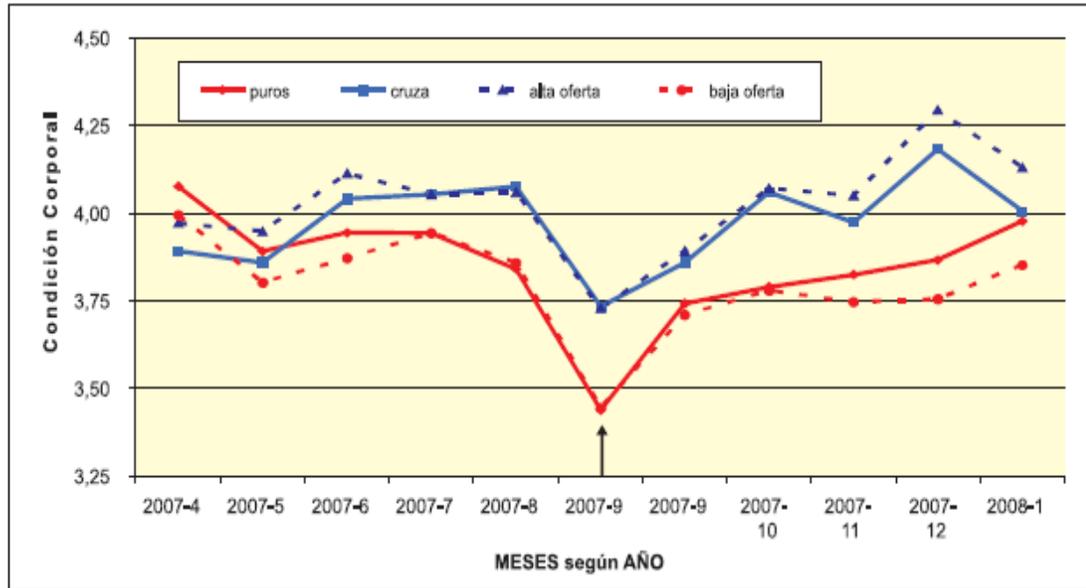
Fuente: extraído de Soca et al. (2008a)

Los cambios en cantidad y altura reflejaron el efecto de la relación clima-producción de forraje-composición botánica (Olmos, citado por Soca et al., 2008a); y la influencia de la oferta de forraje en la altura de la pastura y tasa de crecimiento ( $P < 0.05$ ) (Soca et al., 2008a).

Aumentar la asignación de forraje en los períodos ecológicamente favorables para el crecimiento de la pastura no sólo repercute en esa estación, sino que sustenta el funcionamiento de todo el año (Soca et al., 2008a).

En la gráfica 13 se observa que los animales de alta oferta forrajera tuvieron mejor condición corporal, siendo más importante el efecto que el del grupo genético.

Gráfica No. 13: Evolución de la CC según oferta de forraje o grupo genético



Puros = Hereford o Aberdeen Angus, Cruza = F1 de Hereford x Angus. Inicio de tratamiento de oferta de forraje (5/9/07)

Fuente: extraído de Soca et al. (2008a)

La condición corporal presentó un modelo similar a los atributos de la pastura pero con desfase en el tiempo en los registros mínimos y máximos. Los cambios en la asignación de forraje se percibieron en la condición corporal en el corto plazo, y en los atributos de la pastura a mediano plazo (Soca et al., 2008b).

Cuadro No. 11: Efecto de la oferta de forraje sobre la cantidad y altura de forraje, y la carga animal (mayo 2007 a marzo 2008)

	Alta	Baja
Cantidad de forraje ( kg MS/ha)	1900 ± 137 a	1000 ± 137 b
Altura de forraje	4.5 ± 0.3 a	2.5 ± 0.3 b
Carga Animal (kg PV/ha)	455 ± 180 a	540 ± 195 b

Fuente: extraído de Soca et al. (2008a)

Estos resultados preliminares muestran que la mejora en la oferta de forraje durante primavera-verano resultó en aumentos en cantidad, altura y tasa de crecimiento del forraje y mejoró la condición corporal al parto e inicio de entore y por ende la probabilidad de concepción.

Este indicador se considera sumamente útil, puesto que integra la dimensión animal y vegetal. El único motivo de descarte es su factibilidad de medida; a nivel predial no es frecuente contar con los datos de disponibilidad y crecimiento de la biomasa aérea. Además los resultados experimentales muestran la estrecha relación entre la oferta de forraje y la altura, por lo que se optó por seleccionar el segundo parámetro.

#### Método de pastoreo y relación ovino/bovino

Como ya se mencionó anteriormente las tres principales variables del pastoreo que afectan la composición botánica y la productividad de las pasturas son: la dotación, el método de pastoreo y la relación lanar/vacuno (Berretta, 2005). Los animales influyen en la composición y estructura de la pastura a través de una serie de interacciones: defoliación selectiva, pisoteo, excreciones y dispersión de semillas.

El efecto de la carga interactúa con el método de pastoreo y la composición de la carga. Resultados experimentales muestran que aumentos de carga por encima de las 0,8 UG/ ha en pastoreo continuo se visualizan sustitución de especies productivas por menos productivas, y esta sustitución es más intensa cuando la relación lanar / vacuno aumenta en la composición de la carga. Con pastoreos controlados estos efectos se atenúan (Boggiano, 2003).

Los ovinos tienen un mayor potencial para provocar degradación de las pasturas naturales (O'Reagain y Grau, citados por Berretta, 2003a) dado su mayor capacidad de selección y habilidad para comer pastos cortos, inclusive en condiciones de falta de forraje (García, 2007)

En esta propuesta no se desconoce todo esto, simplemente se piensa que el pastoreo continuo no necesariamente es menos sustentable que el rotativo. Por definición ambos tipos se diferencian en el tiempo que los animales se encuentran sobre el potrero, establece el tiempo de ocupación, no la intensidad de defoliación

Durante el proceso de selección se optó por indicadores que cuantificaran directamente el estado de la pastura, y no a priori establecer una jerarquización en la relación ovino/bovino o en el método de pastoreo.

En la etapa de validación de la propuesta tendrán que cuantificarse las interacciones entre ambas variables y los indicadores de la propuesta.

### Cespitosas y rastreras (%)

Además de la composición botánica, el cambio en las comunidades, producto de aumentos en la intensidad de pastoreo, puede determinarse a través de la proporción de las diferentes formas de vida presente, fundamentalmente las especies de hábito de crecimiento erecto y las de hábito de crecimiento rastrero (Olmos, 1992).

Las gramíneas perennes han desarrollado diferentes estrategias y modelos morfológicos que les permiten rebrotar luego de ser cortadas o pastoreadas. Las fuentes energéticas de ese rebrote pueden ser las reservas acumuladas (base de macollos, estolones, rizomas o raíces) y/o el área foliar remanente. Las estoloníferas y rizomatosas tienen un crecimiento lateral eficiente, aún bajo pastoreo intenso, por ser rastreras escapan al diente animal, permaneciendo un área foliar remanente considerable, que les permite una ocupación casi exclusiva del suelo. La predominancia de pocas especies rastreras, en su mayoría estivales, puede deberse a pastoreos muy intensos por un periodo prolongado (Millot et al., 1987).

Este indicador no fue incluido simplemente por no “cargar” mucho la propuesta, se relega información de la distribución vertical del forraje.

### Seguimiento en base a sensores remotos

Actualmente existen tecnologías que permitirían una aproximación a la productividad primaria neta aérea, basándose en la teledetección. Esto permitiría contar con un sistema de seguimiento casi a tiempo real de la productividad forrajera, se podrían cubrir grandes extensiones, así como también contar con datos a nivel de potrero (Paruelo et al., s.f.).

El proyecto en ejecución FPTA-175 “Descripción de la heterogeneidad florística y seguimiento de la productividad primaria y secundaria del campo natural”, tiene dentro de sus objetivos: implementar un sistema piloto de seguimiento de los recursos forrajeros usando sensores remotos y modelos de la relación entre índices espectrales (sensores remotos) y la productividad primaria neta aérea. Se obtendrán datos para basalto, cuenca sedimentaria del noreste, sierras del este e isla cristalina de Rivera y región centro-sur.

No se presentó este indicador, porque no es posible acceder a los datos del satélite.

### Porcentaje de especies gramíneas anuales

Para Rosengurtt (1943) “*un tapiz cerrado y constituido por vigorosas plantas perennes posee un mecanismo de auto-conservación, tanto en lo relativo en la fertilidad del suelo como la inmunidad ante la infección de plantas extrañas*”.

Las anuales colonizan rápidamente áreas de suelo desnudo, en suelos superficiales, o en suelos más profundos que en invierno dejan espacios intersticiales debido a la degradación. Por su tamaño reducido y elasticidad fenotípica se desarrollan en áreas en que las perennes no prosperan. Para Millot et al. (1987) las especies anuales pueden tornarse frecuentes en ciertos manejos no adecuados, como pastoreos continuados rasantes. La mayoría de las anuales tienen productividad baja o ínfima, y un ciclo corto (parte del año sobreviven como semilla), que puede facilitar la colonización de especies indeseables.

Las especies más frecuentes son invernales *Vulpia*, *Koeleria*, *Agrotis*, *Phalaris*, *Hordeum*, *Aira*, de las estivales se puede mencionar *Microchloa indica*.

Una especie se distingue en su comportamiento del resto de las gramíneas anuales, raigrás (*Lolium multiflorum*), que en invierno puede ser un excelente aporte a la dieta animal. Tanto así, que los autores hacen la salvedad que el manejo debe controlar su abundancia relativa, ya que alivios primaverales conducen al desplazamiento de especies perennes valiosas.

El último grado de degradación, propuesto por Rosengurtt (1946), se define en base al predominio de pastos improductivos anuales y hierbas enanas anuales. Para Millot et al. (1987) el porcentaje de anuales no es de por sí un indicador de degradación, aunque en el caso de que sean menos productivas que la vegetación reemplazada sí lo sería.

También debe destacarse que las gramíneas anuales no poseen algunas de las propiedades de las perennes, como la estructuración del suelo y la gran proporción del tiempo de cobertura de suelo.

El número de especies anuales de un campo revela aperturas del tapiz natural y la diversidad de nichos ecológicos que el mismo presenta.

Becoña et al. (2009) presentan el porcentaje de especies anuales (no aclara que sean únicamente gramíneas) en la composición florística de campos naturales para distintas regiones del país. El rango presentado fue entre un 3

(ladera profunda de cretácico) y un 25% (suelos medianamente profundos de basalto).

En el cuadro 12 se muestran los resultados del relevamiento de Millot et al. (1987).

Cuadro No. 12: Número de especies gramíneas perennes y anuales, y porcentaje de anuales, según región.

	Basalto	Cristalino	Noreste	Sierras del este	Lomadas del este
Perennes	68	64	71	60	52
Anuales	12	17	10	8	11
% Anuales	15	21	12	12	17

Fuente: extraído de Millot et al. (1987)

De todas esas especies los autores destacan *Vulpia australis*, que es muy frecuente y abundante en cristalino y en las sierras del este, y *Gaudinia fragilis* en la zona de lomadas. Por tanto, la mayoría de las especies anuales son clasificadas por los autores como poco o muy poco frecuentes.

Ayala et al., citados por Bermúdez y Ayala (2005) nombran las 10 especies que aportan el 77% del forraje en la zona de colinas y lomadas, no mencionando ninguna especie anual.

Este indicador también se eliminó de la propuesta para no excederse en el número de indicadores, aunque como ya se mencionó, en el período de validación de la propuesta de constatarse la anualización como problemática deberá ser incluida en la propuesta.

## 5.CONCLUSIONES

El manejo de sistemas prediales debe contemplar medidas objetivas de los procesos que en ellos se desarrollan.

Es crucial contar con un sistema de indicadores agroecológicos, de fácil aplicabilidad por técnicos y productores, para promover un uso racional del campo natural.

En este trabajo se proponen 12 indicadores agroecológicos, que intentan contemplar los principales factores que inciden en la producción animal y en la conservación del campo natural. Los indicadores fueron definidos en base a los atributos de los sistemas de manejos sustentables propuestos por el MESMIS, y ellos son:

- Productividad: altura promedio invernal y cobertura de gramíneas tiernas y finas.
- Estabilidad: ensuciamiento, presencia de especies exóticas invasoras cobertura de hierbas enanas, cobertura de suelo, erosión edáfica, y calidad del agua.
- Resiliencia: largo de raíces.
- Confiabilidad/adaptabilidad: carga promedio anual, porcentaje de especies gramíneas estivales, y presencia de gramíneas finas.

Previo al inicio de la colecta de información se entendía que el número deseable de indicadores era del entorno de 8. Aunque como la facilidad de aplicación de la propuesta todavía no ha sido evaluada, no se puede decir que el número de variables sea excesivo.

Pero sí se percibe que una de las principales limitantes a la hora de aplicar la propuesta sea la necesidad de reconocer las especies de plantas que componen el tapiz nativo que exigen algunos indicadores. Este problema se podría subsanar si se dispusiera con una base de imágenes, en formato cd o página web, con fotos de las especies del tapiz.

Otra debilidad de la propuesta es que muchos de los umbrales se definen en base a suelos de la Unidad Alférez, que es muy importante en extensión en la zona, pero que tiene como particularidad de tener los mejores suelos. Ello puede implicar que los niveles de las escalas no se ajusten a toda el área de estudio.

En cuanto a la metodología de medición los valores de unidades muestrales que se proponen tienen como referencia la superficie, lo ideal sería que las mediciones se relacionaran con las comunidades vegetales y éstas se expresaran como porcentaje de superficie. Este procedimiento requiere de poder distinguir y diferenciar entre comunidades, es por ello que se optó por unificar en medidas cada 100 ha.

En cuanto al proceso de elaboración se destaca la buena participación de investigadores en todas las instancias. Lo que sin duda enriqueció la propuesta. También se intercambiaron opiniones con estudiantes y técnicos en el taller de discusión. No hubo casi participación de los productores, lo que se debió a que los talleres se realizaron en Montevideo.

Debe mencionarse que es preciso validar y ajustar los indicadores a campo, para comprobar su utilidad y aplicabilidad. Asimismo deben hacerse los esfuerzos por subsanar los vacíos de información detectados.

Como conclusión general debe señalarse que se cumplieron los objetivos propuestos con este trabajo final.

## 6. RESUMEN

El campo natural es un recurso fundamental para la producción ganadera extensiva, y por ende para el Uruguay. A pesar de ello, ha sido objeto de manejos erróneos durante décadas, comprometiendo la sostenibilidad de la producción y la conservación del mismo. Este trabajo propone indicadores agroecológicos de uso a nivel predial, partiendo del gran cúmulo de información que la academia ha generado en distintos aspectos del campo natural. Para ello se toma como referencia el MESMIS, quedando limitado este trabajo a la selección de indicadores y asignación de escalas. Los atributos de los sistemas de manejo sustentables tenidos en cuenta fueron productividad, estabilidad, confiabilidad/adaptabilidad y resiliencia. La propuesta de indicadores se basa en revisión bibliográfica, entrevistas con expertos, y dos talleres, uno de presentación preliminar y otro de discusión. Para cada atributo se obtuvieron los siguientes indicadores: productividad: altura promedio invernal y cobertura de gramíneas tiernas y finas; estabilidad: ensuciamiento, presencia de especies exóticas invasoras, cobertura de hierbas enanas, cobertura de suelo, erosión edáfica y calidad del agua; resiliencia: largo de raíces; confiabilidad/adaptabilidad: porcentaje de especies gramíneas estivales, carga promedio anual y presencia de pastos finos. Para cada uno de ellos se asigna una escala, de tres niveles, que se refiere a la zona de colinas y lomadas del este. La etapa de validación y ajuste de los indicadores a campo deberá realizarse posteriormente.

Palabras clave: Campo natural; Sustentabilidad; Indicadores agroecológicos; Sistemas prediales.

## 7. SUMMARY

The campos are a key resource for the extensive livestock production, and hence for Uruguay. Instead, it has suffered erroneous management during decades, compromising the production and conservation of it. This work proposes agroecological indicators to use in farm conditions, taking for base the huge amount of information that the academy has generated in many aspects of the campo natural. To achieve this goal, we used as reference the MESMIS, but we limited this work to the indicators selection and the scale assignation. The attributes of the sustainable systems taking in consideration are: productivity, stability, reliance and adaptability, y and resilience. The proposal is based in research, interviews, and two workshops, for preliminary presentation and the other for discussion. To each attribute we obtained the next indicators: productivity: height of the pasture in winter, and percentage of cover of tender and fine species; stability: large weeds, exotic species, cover of percentage of dwarf weeds, percentage of soil cover, soil erosion and water quality, resilience: root long, reliance and adaptability: percentage of summer grasses, livestock stocking rate, presence of fine species. For each indicator we developed a scale of three levels referred to the colinas and lomadas del este. The validation and adjust on the field of the indicators must be done in the future.

Key words: Campo natural; Sustainability; Agroecological indicators; Production systems.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ABER, A. 2010. Grupo de trabajo de la Comisión Técnica Asesora de Medio Ambiente (Cotama). In: Seminario Biodiversidad. Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad (2010, Piriápolis). Ponencias. Montevideo, Tradinco. pp. 23-25.
2. ACHKAR, M. 2005. Indicadores de sustentabilidad. In: Achkar, M.; Canton, V.; Cayssials, R.; Domínguez, A.; Fernández, G.; Pesce, F. eds. Ordenamiento ambiental del territorio. Montevideo, Facultad de Ciencias. Comisión Sectorial de Educación Permanente. pp. 55-70.
3. AGUIRRE, S. 2007. Evaluación de la sustentabilidad en predios hortícolas salteños. Tesis MSc. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81 p.
4. ALBICETTE, M.; BRASESCO, R.; CHIAPPE, M. 2009. Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad predial en agroecosistemas agrícola-ganaderos del litoral del Uruguay. *Agrociencia*. 13 (1): 48-68.
5. ALTESOR, A. 2002. ¿Cuánto y cómo modificamos nuestras praderas naturales? Una perspectiva ecológica. In: Domínguez, A.; Prieto, R.G. coords. Perfil ambiental del Uruguay. Montevideo, Nordan comunidad. pp. 57-67.
6. \_\_\_\_\_; PIÑEIRO, G.; LEZAMA, F.; RODRÍGUEZ, C.; LEONI, E.; BAEZA, S.; PARUELO, J.M. 2005. El efecto del pastoreo sobre la estructura y el funcionamiento de las praderas naturales uruguayas; ¿qué sabemos y cómo podemos usar ese conocimiento para manejarlas mejor? In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 21-32 (Serie Técnica no. 151).
7. ALTIERI, M.A. 1999. Agroecología; bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, Nordan-Comunidad. 338 p.
8. \_\_\_\_\_. 2000. Presentación. In: Masera, O.; Astier, M.; López-Ridaura, S. eds. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales; el marco de evaluación MESMIS. México, D.F., Mundi-Prensa. s.p.
9. ÁLVAREZ, W.; DE SOUZA ROCHA, R. s.f. Relieve del territorio uruguayo. (en línea). s.n.t. 4 p. Consultado 23 set. 2010. Disponible en

[http://www.santillana.com.uy/descargas/Geografia\\_3\\_fichas\\_tematicas/Ficha\\_5.pdf](http://www.santillana.com.uy/descargas/Geografia_3_fichas_tematicas/Ficha_5.pdf)

10. ÁREAS PROTEGIDAS DEL URUGUAY. 2010. Áreas Protegidas. Diario El País, Montevideo, UY, junio. 1: 12-14.
11. ASTIER, M.; GONZÁLEZ, G. 2008. Formulación de indicadores socioambientales para evaluaciones de sustentabilidad de sistemas de manejo complejos. *In*: Astier, M.; Masera, O.; Galván.Miyoshi, Y. coords. Evaluación de sustentabilidad; un enfoque dinámico y participativo. Valencia, Imag Impressions. pp.73-94.
12. AYALA, W.; BERMÚDEZ, R.; CARÁMBULA, M.; RISSO, D.; TERRA, J. 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de lomadas del este. *In*: Risso, D.F.; Berretta, E.J. eds. Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderas de Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 69-108 (Boletín de Divulgación no. 76).
13. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 2005. Estrategias de manejo en campos naturales sobre suelos de lomadas en la región este. *In*: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp.41-50 (Serie Técnica no. 151).
14. BACIGALUPE, G.F.; SALVO, G. 2007. Selección de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad en sistemas de producción orgánica en los departamentos de Montevideo y Canelones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 114 p.
15. BALVANERA, P.; COTLER, H. 2007. Acercamiento al estudio de los servicios ecosistémicos. Gaceta Ecológica (México). no. especial 84-85: 8-15.
16. BECOÑA G.; CARAVIA V., FORMOSO D.; PEREIRA M.; PERRACHÓN J.; LUIS SILVEIRA L.; TARANTO V. 2009. Anexo 3; producción de forraje, composición florística y tasas de crecimiento de campo natural en diferentes regiones del país. *In*: Morales, H.; Dieguez, F. eds. Familias y campo; rescatando estrategias de adaptación (Proyecto Integrado de Conocimientos-Instituto Plan Agropecuario). Montevideo, Mastergraf. pp. 219-236.
17. BEMHAJA, M.; BERRETTA, E.J. 1994. Respuesta a la siembra de leguminosas en basalto profundo. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.;

Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 103–114 (Serie Técnica no. 13).

18. BERMÚDEZ, R.; AYALA, W.; FERRÉS, S.; QUEHEILLE, P. 2003. Opciones forrajeras para la región este. In: Seminario de Actualización Técnica en Producción de Carne Vacuna y Ovina de Calidad (2003, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Treinta y Tres, INIA. pp.1-10 (Actividades de Difusión no. 317).
19. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2005. Producción de forraje de un campo natural de la zona de lomadas del este. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 33-39 (Serie Técnica no. 151).
20. BERRETTA, E.J. 1988 El pastoreo como herramienta para mejorar la productividad de las pasturas naturales. (en línea). In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (9º., 1987, Tacuarembó). Trabajos presentados. s.n.t. pp. 79-93. Consultado dic. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/mercedes/info/grupocampos/IX/Tema%203%20El%20pastoreo%20como%20herramienta%20para%20mejorar.pdf>
21. \_\_\_\_\_.; DO NASCIMENTO.1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal. Montevideo, PROCISUR. 127 p. (Dialogo no. 32).
22. \_\_\_\_\_.; BEMHAJA, M. 1994. Producción de pasturas naturales en Basalto; producción estacional de forraje de tres comunidades nativas sobre suelo de basalto. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 19–23 (Serie Técnica no. 13).
23. \_\_\_\_\_.1995. Campo natural; valor nutritivo y manejo. In: Risso, D.F.; Berretta, E.J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp.113-127 (Serie Técnica no. 80).
24. \_\_\_\_\_. 1998. Impacto del pastoreo en el ecosistema de la pradera natural. In: Puignau, J.P. ed. Recuperación y manejo de ecosistemas degradados. Montevideo, PROCISUR. pp. 55-62 (Diálogo no. 49).

25. \_\_\_\_\_.; RISSO, D.F.; MONTOSI, F.; FIGURINA, G. 2000. Campos in Uruguay. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; de Moraes, A.; Nabinger, C.; de F. Carvalho, P.C. eds. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford, CAB International. pp. 377-394
26. \_\_\_\_\_. 2001a. Ecophysiology and management response of the subtropical grasslands of Southern South America. (en línea) In: International Grassland Congress (19<sup>o</sup>., 2001, Sao Paulo). Proceedings. s.n.t. pp. 939-946. Consultado dic. 2010. Disponible en <http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/2001/tema25-1.pdf>
27. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; BEMAHAJA, M. 2001b. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de basalto. In: Risso, D.F.; Berreta, E.J. eds. Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 1-37 (Boletín de Divulgación no. 76).
28. \_\_\_\_\_. 2003a. Aspectos de manejo del campo natural. In: Instituto Plan Agropecuario. El campo natural y la empresa ganadera. Montevideo, PREDEG. pp. 29- 32.
29. \_\_\_\_\_. 2003b. Uruguay; perfil del recurso pastura/forraje. (en línea). In: Suttie, J.M.; Reynolds, S.G. eds. Country pastures profiles. Roma, FAO. s.p. Consultado 19 set. 2010. Disponible en <http://www.fao.org/ag/AGP/agpc/doc/Counprof/uruguay/uruguay.htm>
30. \_\_\_\_\_.; DE BARBIERI, I.; MONTOSI, F.; DIGHIRO, A.; NOLLA, M.; LUZARDO, S.; MEDEROS, A.; LEVRATTO, J.; MARTÍNEZ, H.; BENTANCUR, M.; ARMAND UGÓN, R.; ROVIRA, F.; FRUGONI, J.; ZAMIT, W. 2005a. Influencia de la carga animal y el sistema de pastoreo sobre la vegetación de campo natural en sistemas de producción de lanas finas y superfinas; parte II. In: Día de Campo Unidad Experimental Glencoe (2005, Tacuarembó). Producción animal, pasturas y forestal. Montevideo, INIA. pp. 14-17 (Actividades de Difusión no. 431).
31. \_\_\_\_\_. 2005b. Producción y manejo de la defoliación en campos naturales de basalto. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 61-73 (Serie Técnica no. 151).

32. \_\_\_\_\_.2006. Manejo del campo en situaciones críticas de forraje. In: Alternativas tecnológicas para enfrentar situaciones de crisis forrajera. Montevideo, INIA.MGAP. IPA.CIDA. pp. 13-15.
33. BLIXEN, C.; COLNAGO, P.; GONZÁLEZ, N. 2006. Propuesta de evaluación de sustentabilidad en agricultura urbana para huertas vinculadas al Programa de Producción de Alimentos y Organización Comunitaria – Udelar. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 119 p.
34. BOGGIANO, P. 2003. Informe de consultoría; subcomponente manejo integrado de pradera. Proyecto combinado GEF/IBRD Manejo integrado de ecosistemas y recursos naturales en Uruguay. Componente Manejo y conservación de la diversidad biológica. (en línea). Montevideo, MGAP. 72 p. Consultado mar. 2010. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/UPCT/Diagn%F3sticoManejoIntegradoPasturas.pdf>
35. \_\_\_\_\_.; ZANONIANI, R.; MILLOT, J.C. 2005. Respuestas del campo natural a manejos con niveles crecientes de intervención. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 105-113 (Serie Técnica no. 151).
36. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; VAZ, A. 2007. Capim Annoni 2; una maleza que se instaló en nuestros campos. In: Seminario de Actualización Técnica en Control y Manejo de Malezas de Campo Sucio (2007, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 49-56 (Serie Técnica no. 164).
37. \_\_\_\_\_. 2010. Biodiversidad y productividad del campo natural. In: Seminario Biodiversidad. Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad (2010, Piriápolis). Ponencias. Montevideo, Tradinco. pp. 48- 52.
38. BRAUN-BLANQUET, J. 1979. Fitosociología; bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid, Blume. 820 p.
39. CANGIANO, C.A. 1996. Consumo en pastoreo; factores que afectan la facilidad de cosecha. In: Cangiano, C.A. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. pp. 41-64.

40. CARÁMBULA, M.; BERMÚDEZ, R.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E. 1997. Campo natural; variables básicas que permiten fijar pautas para su manejo. In: Jornada Anual de Producción Animal Unidad Experimental Palo a Pique (1997, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Treinta y Tres, INIA. pp. 5-14 (Actividades de Difusión no. 136).
41. CARDOZO, G.; URIBE, E.; CHILIBROSTE, P. 2010. Evaluación de sustentabilidad en sistemas lecheros del área de influencia de la EEMAC, Uruguay. In: Congreso de Co-Innovación Sistemas de Sostenibles de Sustento Rural (1º., 2010, Lavalleja). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 277-280.
42. CHIAPPE, M.; PIÑEIRO, D. 1998. La agricultura uruguaya en el marco de la integración regional y su impacto sobre la sustentabilidad. (en línea). In: Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología Rural (5º., 1998, Chapingo). Ponencia. s.n.t. 22 p. Consultado ago. 2010. Disponible en [http://www.rau.edu.uy/agro/ccss/publicaciones/Publicaciones\\_en\\_Ado bat/17\\_Agricultura\\_uruguaya.pdf](http://www.rau.edu.uy/agro/ccss/publicaciones/Publicaciones_en_Ado bat/17_Agricultura_uruguaya.pdf)
43. \_\_\_\_\_. 2008. Sustentabilidad de la agricultura; un enfoque integrador. (en línea). In: Chiappe, M.; Carámbula M.; Fernández E. comps. El campo uruguayo; una mirada desde la sociología rural. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 251-268. Consultado ago. 2010. Disponible en [http://www.fagro.edu.uy/~ccss1/Libro\\_El%20campo%20uruguayo/13-Sustentabilidad%20de%20la%20agricultura%20un%20enfoque%20integrador%85.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~ccss1/Libro_El%20campo%20uruguayo/13-Sustentabilidad%20de%20la%20agricultura%20un%20enfoque%20integrador%85.pdf)
44. \_\_\_\_\_.; BACIGALUPE, G.F.; DOGLIOTTI, S. 2010. Propuesta de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad de sistemas intensivos de producción hortícola. In: Congreso de Co-Innovación Sistemas de Sostenibles de Sustento Rural (1º., 2010, Lavalleja). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 221-224.
45. COMISIÓN MUNDIAL DE MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO. 1987. Our common future. Nueva York, Oxford University Press. 89 p.
46. CONTARIN, S. 2010. Margarita de Piria y Capin Annoni (*Coleostephus myconis* y *Eragrostis plana*, Nees). In: Seminario Biodiversidad.

Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad (2010, Piriápolis). Ponencias. Montevideo, Tradinco. pp. 31- 33.

47. CORONEL, F.; MARTÍNEZ, P. 1983. Evaluación del tapiz natural bajo pastoreo continuo de bovinos y ovinos en diferentes relaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 295 p.
48. DALY, H. 1977. Steady-state economics: the economics of biophysical equilibrium and moral growth. San Francisco, Freeman. 185 p.
49. DEL PUERTO, O. 1987. La extensión de las comunidades arbóreas primitivas en el Uruguay. Facultad de Agronomía (Montevideo). Notas Técnicas no. 1. 12 p.
50. DE SOUZA LIMA, J.E. 2004. Economía ambiental, ecológica e marxista versus recursos naturales. (en línea). Revista da FAE. 7 (1): 119-127. Consultado ago. 2010. Disponible en [http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/.../rev\\_fae\\_v7\\_n1\\_09\\_jose\\_edmils on.pdf](http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/.../rev_fae_v7_n1_09_jose_edmils on.pdf)
51. DOGLIOTTI, S.; ROSSING, W.; CITTADINI, E.; ALBÍN, A. 2010. Co-innovación de sistemas sostenibles de sustento rural. In: Congreso de Co-Innovación Sistemas de Sostenibles de Sustento Rural (1º., 2010, Lavalleja). Presentación del comité organizador. Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p.
52. ESCUDER, C.J. 1996. Manejo de la defoliación; efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C.A. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. pp. 65-84.
53. FAO. 1991. Política y cuestiones agrícolas; los años 80 y perspectivas para los 90. Roma, 288 p. (El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Colección FAO: Agricultura no. 24).
54. FISHER, B.; TURNER, R.K.; MORLING, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics.68: 643-653.
55. FOLADORI, G.; TOMMASINO, H. 2000. El concepto de desarrollo sustentable treinta años después. Desenvolvimento e Meio Ambiente. 1: 41-56.

56. \_\_\_\_\_. 2005a. Avances y límites de la sustentabilidad social. In: Foladori, G. Por una sustentabilidad alternativa. Montevideo, Gráfica Natural. pp. 63-76.
57. \_\_\_\_\_. 2005b. Por una sustentabilidad alternativa. In: Foladori, G. Por una sustentabilidad alternativa. Montevideo, Gráfica Natural. pp. 11-23.
58. FORMOSO, D. 1990. Pasturas naturales; componentes de la vegetación, producción y manejo de diferentes tipos de campo. In: Seminario Técnico de Producción Ovina (3º., 1990, Paysandú). Trabajos presentados. s.l., SUL pp. 225-237.
59. \_\_\_\_\_. 1994. Consideraciones sobre dos malezas importantes en los campos: chilca (*Eupatorium buniifolium*) y cardilla (*Eryngium horridum*) In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 143–145 (Serie Técnica no. 13).
60. GALLI, J.R. 1996. Las pasturas como fuente de alimentación de rumiantes. In: Cangiano, C.A. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. pp 27-40.
61. GARCÍA, A. 2007. Efecto del manejo del pastoreo sobre la dinámica poblacional de malezas de campo sucio. In: Seminario de Actualización Técnica en Control y Manejo de Malezas de Campo Sucio (2007, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 7-14 (Serie Técnica no. 164).
62. GARCÍA, R. 2008. Una aproximación metodológica a la evaluación de sustentabilidad de la lechería familiar; el caso de la colonia Daniel Fernández Crespo. Tesis DCV. Montevideo, Uruguay. Facultad de Veterinaria. 118 p.
63. \_\_\_\_\_.; TOMMASINO, H.; MARZAROLI, J. 2010. Sustentabilidad y tecnologías de apoyo asociativo a la producción en sistemas familiares lecheros. In: Congreso de Co-Innovación Sistemas de Sostenibles de Sustento Rural (1º., 2010, Lavalleja). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 281-284.
64. GARCÍA PRÉCHAC, F.; CLERICI, C.; HILL, M. 2008. Tema; erosión y degradación de suelos. (en línea). Montevideo, Facultad de

Agronomía. s.p. Presentación 113 diapositivas. Consultado 29 oct. 2010. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/>

65. \_\_\_\_\_; DURÁN, A.; CALIFRA, A.; HILL, M. s.f. Propiedades hídricas del suelo. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. 86 p. Consultado oct. 2010. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/>
66. GIMÉNEZ, A.; RÍOS, A. 1994. Control de malezas en campo natural. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 129–135 (Serie Técnica no. 13).
67. GLIESSMAN, S.R. 2001. Agroecología; proecios ecológicos em agricultura sustentável. 2ª. ed. Porto Alegre, Universidade/UFRGS. 652 p.
68. HANSEN, J.W. 1996. Is agricultural sustainability a useful concept? *Agricultural Systems*. 50: 117-143.
69. HECHT, S.B. 1999. La evolución del pensamiento agroecológico. In: Altieri, M. ed. Agroecología; bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, Nordan-Comunidad. pp. 15-30.
70. HODGSON, J. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. (en línea). *Proceedings of the Nutrition Society*. 44: 339-346. Consultado dic. 2010. Disponible en <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=673916&fulltextType=MR&fileId=S0029665185000568>
71. INSTITUTO PLAN AGROPECUARIO. s.f. Calculadora de carga. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado jul. 2010. Disponible en <http://www.planagropecuario.org.uy/secciones/calculadora.html>
72. \_\_\_\_\_. 2008. Determinantes de la sustentabilidad de los productores familiares criadores. Una aproximación interdisciplinaria con metodologías múltiples. Informe de consultoría. Montevideo, Instituto Plan Agropecuario. 115 p.
73. IUCN. s.f. Todos los resultados de las asambleas anteriores. (en línea). s.l. 90 p. Consultado dic. 2010. Disponible en [http://cmsdata.iucn.org/downloads/resolutions\\_recommendation\\_es.pdf](http://cmsdata.iucn.org/downloads/resolutions_recommendation_es.pdf)

74. KHOR, M. 2010. China; en busca del equilibrio. Agenda Global. Diario La Diaria, Montevideo, UY, agosto. 19: 1.
75. LATERRA, P. 2004. Sustentabilidad de ecosistemas pastoriles: una perspectiva adaptativa. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (20º., 2004, Salto). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 35-38.
76. MARTÍNEZ, N.; RIVAS, M.; MOREIRA, A.; STACHETTI RODRIGUES, G. 2010. Sistema de evaluación de impacto ambiental de actividades rurales (EIAR) en el Proyecto Producción Responsable - Sistema EIAR MGAP - DGDR. In: Congreso de Co-Innovación Sistemas de Sostenibles de Sustento Rural (1º., 2010, Lavalleja). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 241-244.
77. MAS, C.; BERMÚDEZ, R.; AYALA, W. 1994. Efectos de distintos momentos y frecuencias de corte en el control de la cardilla (*Eryngium horridum*). In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 135–139 (Serie Técnica no. 13).
78. MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales; el marco de evaluación MESMIS. México, D.F., Mundi-Prensa. 109 p.
79. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; GALVÁN-MIYOSHI, Y.; ORTIZ-ÁVILA, T.; GARCÍA-BARRIOS, L.; GARCÍA-BARRIOS, R.; GONZÁLEZ, C.; SPEELMAN, E. 2008. El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS. In: Astier, M.; Masera, O.; Galván.Miyoshi, Y. coords. Evaluación de sustentabilidad; un enfoque dinámico y participativo. Valencia, Imag Impressions. pp.13-24.
80. MASTROPIERRO, M.M.; UBIOS, N.L. 2008. Efecto del grupo genético vacuno y de la oferta de forraje sobre la performance productiva de vacas de cría en pastoreo de campo natural del noreste del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 98 p.
81. MEADOWS, D. 1998. Indicators and information systems for sustainable development. A report to the Balaton Group. Vermont, The Sustainability Institute. 78 p.

82. MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. Ecosystems and human well-being; synthesis. (en línea). Washington DC, Island Press. Consultado ene. 2011. Disponible en <http://www.maweb.org/documents/document.356.aspx.pdf>
83. MILLOT, J.C.; RISSO, D.; METHOL, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Informe técnico para la comisión honoraria del Plan Agropecuario. Montevideo, FUCREA. 199 p.
84. \_\_\_\_\_. 1994. Manejo del pastoreo y su incidencia sobre la composición botánica y productividad del campo natural. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. 2ª ed. Montevideo, INIA. pp. 68-70 (Serie Técnica no.13).
85. MOLINA, C.; BONÉ, G. 2009. Valorizando lo nuestro; la gente y las pasturas naturales una experiencia enriquecedora. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. 132: 8-10. Consultado jun. 2010. Disponible en [http://www.planagro.com.uy/publicaciones/revista/R132/R\\_132\\_08.pdf](http://www.planagro.com.uy/publicaciones/revista/R132/R_132_08.pdf)
86. \_\_\_\_\_. 2010. Una puesta en práctica de la evaluación de la sustentabilidad de sistemas ganaderos familiares. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. 134: 48-54. Consultado jun. 2010. Disponible en [http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R134/R\\_134\\_48.pdf](http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R134/R_134_48.pdf)
87. MONTEFIORI, M.; VOLA, E. 1990. . Efecto de competencia de las malezas *Eryngium horridum* (cardilla) y *Baccharis coridifolia* (mío mía) sobre la producción del campo natural en suelos de la unidad "La Carolina". *In*: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp.125-132.
88. MONTOSI, F.; BERRETTA, E.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BEMHAJA, M.; SAN JULIÁN, R.; RISSO, D.; MIERES J. 1998. Estudios de selectividad de ovinos y vacunos en diferentes comunidades vegetales de la región de Basalto. *In*: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. pp. 284-317 (Serie Técnica no. 102).

89. OLASCUAGA, J.I. 2009. La construcción del desarrollo rural sustentable en Uruguay; aportes para explorar caminos propios. In: Chiappe, M. ed. Aportes a la construcción de una agricultura sustentable. Montevideo, INIA. pp. 1-16 (Actividades de Difusión no. 565).
90. OLIVERA, L.; CASTAÑO, J.P.; COZZOLINO, D. s.f. Monitoreo de aguadas +en sistemas ganaderos intensivos mediante la espectrofotometría de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). (en línea). Montevideo, INIA. Consultado nov. 2010. Disponible en [http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/m on\\_caniada.pdf](http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/m on_caniada.pdf)
91. ORCASBERRO, R.; SOCA, P.; BERETTA, V., TRUJILLO, A.I.; FRANCO, J.; APEZTEGUIA, J.; BENTANCUR, O. 1992. Características de la pastura y estado corporal del rodeo de cría en pastoreo de campo natural. In: Jornada de Producción Animal (1992, Paysandú). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas para la cría en predios ganaderos. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 36-44.
92. OYHANTÇABAL, G. 2010. Evaluación de la sustentabilidad de la producción familiar de cerdos a campo; un estudio de seis casos en la zona sur del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 138 p.
93. PARUELO, J. 2009. Seguimiento de los recursos forrajeros mediante sensores remotos; bases y aplicaciones. (en línea) Montevideo, Facultad de Ciencias. s.p. Presentación 22 diapositivas. Consultado nov. 2010. Disponible en [http://pastizales.fcien.edu.uy/presentaciones/Parueloetal\\_EI%20Segui miento%20de%20los%20recursos%20forrajeros%20mediante%20se nsores%20remotos.pdf](http://pastizales.fcien.edu.uy/presentaciones/Parueloetal_EI%20Segui miento%20de%20los%20recursos%20forrajeros%20mediante%20se nsores%20remotos.pdf)
94. PEREIRA, G.; SOCA, P. 1999. Aspectos relevantes de la cría vacuna en el Uruguay. (en línea). In: Seminario Organización de la Cría, Instituto Plan Agropecuario (1999, Tacuarembó). Ponencia. s.n.t. pp. 1-12. Consultado oct. 2010. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/csocial/criavac/ASPECTOS%20RELEVANTE S%20DE%20LA%20CRIA%20VACUNA%20EN%20EL%20URUGUA Y.pdf>

95. PEREIRA MACHÍN, M. 2002. Manejo y conservación de las pasturas naturales del basalto. Montevideo, MGAP. Servicios Agropecuarios/BID/Instituto Plan Agropecuario. 88 p.
96. \_\_\_\_\_. 2003. Pasturas naturales; algunas consideraciones a tener en cuenta. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. s.p. Consultado 27 oct. 2010. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20naturales/19-pasturas\\_naturales.htm](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/19-pasturas_naturales.htm)
97. \_\_\_\_\_. 2008. Capim Annoni; ¿un pasto maleza finalmente condenado? (en línea). Revista del Plan Agropecuario. 126: 56-59. Consultado 27 oct. 2010. Disponible en [http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R126/R\\_126\\_56.pdf](http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R126/R_126_56.pdf)
98. \_\_\_\_\_. 2009. Monitoreo de recursos forrajeros. b. Aproximación al diseño de un método experto para establecer la condición de las pasturas naturales. In: Morales, H.; Dieguez, F. eds. Familias y campo; rescatando estrategias de adaptación (Proyecto Integrado de Conocimientos-Instituto Plan Agropecuario). Montevideo, Mastergraf. pp. 169-184.
99. PIERRI, N. 2001. El proceso histórico y teórico que conduce a la propuesta del desarrollo sustentable. In: Foladori, G.; Pierri, N. eds. ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. Montevideo, Trabajo y Capital. pp. 27-79.
100. PINTO OLIVEIRA, J.C.; BORBA, M.F.; GENRO, T.C. 2004. Manejo da pastagem natural; uma forma de sustentabilidade do ecosistema campos no sul do Brasil. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (20º., 2004, Salto). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 39-46.
101. PIZZIO, M.R.; ROYO PALLARÉS, O. 1998. Manejo del pastoreo como estrategia de sostenibilidad. Efecto de la carga animal. In: Berretta, E. ed. Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14º., 1994, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 133-140 (Serie Técnica no. 94).

102. PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. CENTRO LATINO AMERICANO DE ECOLOGÍA SOCIAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE. 2008. GEO Uruguay; informe del estado del Ambiente. Montevideo, Mosca. 350 p.
103. QUIÑONES, A.; PICASSO, V. 2010. Indicadores agroecológicos de sustentabilidad para sistemas de producción a campo natural. In: Congreso de Co-Innovación Sistemas de Sostenibles de Sustento Rural (1º., 2010, Lavalleja). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 273-276.
104. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2011. A proposal of sustainability indicators for the Uruguayan campos production systems. In: International Rangeland Congress (9º., 2011, Rosario). Diverse rangelands for a sustainable society. s.n.t. p. 583.
105. RINALDI, C.; SOCA, P.; APEZTEQUIA, F.; ORCASBERRO, R. 1997. Características de la pastura y desempeño invernal de novillos en crecimiento sobre pastizal nativo. (en línea). Archivos Latinoamericanos Producción Animal. 5 (Supl 1): 7-9. Consultado 10 oct. 2010. Disponible en <http://www.avpa.ula.ve/congresos/ALPA97/PF03.pdf>
106. RIOS, A. 2007. Estrategias para el control de campo sucio. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Malezas (2007, Young). Trabajos presentados. Colonia, INIA La Estanzuela. pp. 107- 115 (Actividades de Difusión no. 489).
107. ROSENGURTT, B. 1943. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay 3ª contribución. Montevideo, Barreiro y Ramos. 281 p.
108. \_\_\_\_\_. 1946. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay 5ª contribución. Montevideo, Rosgal. 473 p.
109. \_\_\_\_\_.; ARRILLAGA, B.R.; IZAGUIRRE, P. 1970. Gramíneas uruguayas. Montevideo, Universidad de la República. Departamento de Publicaciones. 489 p.
110. \_\_\_\_\_. 1977a. Bolilla 5. Sucesiones vegetales. Paysandú, Facultad de Agronomía. Estación Experimental de Agronomía. sp

111. \_\_\_\_\_. 1977b. Bolilla 8. Limpieza y afinamiento de campo. Paysandú, Facultad de Agronomía. Estación Experimental de Agronomía. sp.
112. \_\_\_\_\_. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, División Publicaciones y Ediciones de la Universidad de la República. 86 p.
113. ROYO PALLARÉS, O.; BERRETTA, E.J.; MARASCHIN, G.E. 2005. The south american campos ecosystem. (en línea). In: Suttie, J.M.; Reynolds, S.G.; Batello, C. eds. Grasslands of the world. Rome, FAO. pp. 171-219. Consultado set. 2010. Disponible en <http://books.google.com.uy/>
114. SALDAÍN, N. 2007. Algunos comentarios sobre ecología de malezas. In: Seminario de Actualización Técnica en Control y Manejo de Malezas de Campo Sucio (2007, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 1-5 (Serie Técnica No. 164).
115. SALDANHA, S.; ANDIÓN, J. 2004. Alternativas de control de malezas de campo sucio. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (20º., 2004, Salto). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 221-222.
116. \_\_\_\_\_. 2005. Manejo del pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de basalto y suelos arenosos de cretácico; frecuencia de las defoliaciones. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp.75-84 (Serie Técnica no. 151).
117. SARANDÓN, S. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. In: Sarandón, S. ed. Agroecología; el camino hacia una agricultura sustentable. La Plata, Ediciones Científicas Americanas. pp. 393-414.
118. SARAIVIA, H. s.f. Datos del censo general agropecuario 2000. Cuenca de la Laguna Merín. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 20 set. 2010. Disponible en <http://www.inia.org.uy/online/site/28796611.php>
119. SCAGLIA, G.; BERMÚDEZ, R.; CARÁMBULA, M. 1997. Utilización de campo natural y mejoramientos de campo con vaquillonas de sobreño y corderos. In: Jornada Anual de Producción Animal Unidad Experimental Palo a Pique (1997, Treinta y Tres). Trabajos

presentados. Treinta y Tres, INIA Treinta y Tres. pp. 35-46 (Actividades de Difusión no. 136).

120. SOCA, P.; ORCASBERRO, R. 1992. Propuesta de manejo del rodeo de cría en base a estado corporal, altura del pasto y aplicación de destete temporario. In: Jornada de Producción Animal (1992, Paysandú). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas para la cría en predios ganaderos. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 54-56.
121. \_\_\_\_\_.; ESPASANDIN, A.; BERRUTTI, I.; RINALDI, C.; BENTANCUR, O.1993. Parámetros de la pastura y crecimiento de vacunos en pastoreo. In: Curso de Reciclaje para Egresados (2º. 1993, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Facultad de Veterinaria. pp. 1-18.
122. \_\_\_\_\_.; SIMEONE, A. 1998a. Manejo del rodeo de cría. (en línea). MGAP.IPA.INIA.SSRR. Cartilla UEDY no. 7. Consultado oct. 2010. Disponible en <http://www.planagro.com.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart7/Cart7.htm>
123. \_\_\_\_\_.; RINALDI, C.; ESPASANDÍN, A. 1998b. Presiones de pastoreo, reducción del área pastoreada y comportamiento animal. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14º., 1994, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 157-163 (Serie Técnica no. 94).
124. \_\_\_\_\_.; CABRERA, M.R.; BRUNI, M.A. 2007a. Nivel de suplementación, ganancia de peso vivo y conducta de vacunos en crecimiento bajo pastoreo de campo natural. *Agrociencia*. 11 (1): 1-10.
125. \_\_\_\_\_.; CLARAMOUNT, M.; DO CARMO, M. 2007b. Sistemas de cría vacuna en ganadería pastoril sobre campo nativo sin subsidios; propuesta tecnológica para estabilizar la producción de terneros con intervenciones de bajo costo y de fácil implementación. *Avances en Producción Animal*. 32: 3-26.
126. \_\_\_\_\_.; OLMOS, F.; ESPASANDÍN A.; BENTANCOR, D.; PEREYRA, F.; CAL, V.; SOSA, M.; DO CARMO, M. 2008a. Herramientas para mejorar la utilización del forraje del campo natural, el ingreso

económico de la cría y atenuar los efectos de la variabilidad climática en sistemas de cría vacuna del Uruguay. Impacto de cambios en la estrategia de asignación de forraje sobre la productividad de la cría con diversos grupos genéticos bajo pastoreo de campo natural. In: Seminario de Actualización Técnica en Cría Vacuna (2008, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 110-119 (Serie Técnica no. 174).

127. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; BENTANCOR, D.; CAL, V.; SOSA, M.; DO CARMO, M. 2008b. Variación en la producción y utilización del campo natural ante modificaciones en la intensidad de pastoreo y su repercusión en la condición corporal de vacas de cría. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur; Grupo Campos (22º., 2008, Minas). Trabajos presentados. Montevideo, Tradinco. 1 disco compacto.
128. TERRA, J.; GARCÍA PRÉCHAC. 1998. Uso y manejo sustentables de los suelos de lomadas del este. In: Jornada Anual de Producción Animal Unidad Experimental Palo a Pique (1998, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Treinta y Tres, INIA. pp. 49-65 (Actividades de Difusión no. 172).
129. \_\_\_\_\_.; CARÁMBULA, M. 2000. Las sequías; antes, durante y después. Treinta y Tres, INIA. 137 p. (Boletín de Divulgación no. 74).
130. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; SCAGLIA, G.; ROVIRA, P. 2003. Producción intensiva de carne en rotaciones forrajeras con tecnología de siembre directa en lomadas del este. In: Seminario de Actualización Técnica en Producción de Carne Vacuna y Ovina de Calidad (2003, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Treinta y Tres, INIA Treinta y Tres. pp.35-44 (Actividades de Difusión no. 317).
131. TOMMASINO, H. 2006. Sustentabilidad rural: desacuerdos y controversias. In: Tommasino, H.; de Hegedüs, P. eds. Extensión; reflexiones para la intervención del medio rural. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 79-99.
132. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE CIENCIAS. s.f. Erosión. (en línea). Montevideo. s.p. Presentación 21 diapositivas. Consultado 29 oct. 2010. Disponible en <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/EROSION.pdf>

133. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2010. Base de datos de especies invasoras para Uruguay. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado nov. 2010. Disponible en [http://uruguayi3n.iabin.net/filt\\_especies.asp](http://uruguayi3n.iabin.net/filt_especies.asp)
134. \_\_\_\_\_. FACULTAD DE VETERINARIA. 2010. Pasturas naturales. (en línea). Montevideo. s.p. Presentación 54 diapositivas. Consultado oct. 2010. Disponible en <http://www.fvet.edu.uy/DNA/cursos/sistemas/material/materiales2010/Teo%206%20y%207%20pasturas%20naturales%202010.pdf>
135. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (ARGENTINA). FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO. s.f. Análisis cuantitativo de comunidades. (en línea). La Plata. 7 p. Consultado nov. 2010. Disponible en <http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecocomunidades/TPN1.pdf>
136. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. s.f. Estimación de la diversidad específica. (en línea). La Plata. 12 p. Consultado nov. 2010. Disponible en <http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecocomunidades/TPN3Diversidad.pdf>
137. URUGUAY. COMISIÓN DE INVERSIONES Y DESARROLLO ECONÓMICO. SECTOR AGROPECUARIO. 1963. Estudio económico del Uruguay, evolución del sector agrícola; los suelos del Uruguay, su uso y manejo. Montevideo, CIDE. 68 p.
138. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2010. Anuario Estadístico Agropecuario 2010. (en línea). Montevideo. 240 p. Consultado 6 oct. 2010. Disponible en [http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,352,O,S,0,MNU;E;27;6;MNU;,"](http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,352,O,S,0,MNU;E;27;6;MNU;,)
139. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. DIRECCIÓN DE CONTROL DE SEMOVIENTES 2009. Planillas de DI.CO.SE 2009. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 4 oct. 2010. Disponible en [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/DICOSE/DatosDJ\\_2009.htm](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/DICOSE/DatosDJ_2009.htm)
140. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. s.f. Carta de erosión antrópica. (en línea). Montevideo. 1 p. Consultado oct. 2010. Disponible en

<http://www.mgap.gub.uy/Renare/SIG/ErosionAntropica/LEYENDAEROSIONANTROPICA.pdf>

141. \_\_\_\_\_.PROGRAMA PRODUCCIÓN RESPONSABLE. 2007. Manual de evaluación de impacto ambiental de actividades rurales. Montevideo. 168 p.
142. \_\_\_\_\_.; ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES LECHEROS DE SAN JOSÉ. 2008. Manual de evaluación de sistemas lecheros familiares a través de indicadores de sustentabilidad. Montevideo, First Class.110 p.
143. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE.DINAMA. 1996. Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes. (en línea). Montevideo. Consultado nov. 2010. Disponible en [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/docs/pdfs/manual\\_dinama.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/docs/pdfs/manual_dinama.pdf)
144. \_\_\_\_\_. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. s.f. Memorial anual; anexo. (en línea). Montevideo. 137 p. Consultado 10 jun. 2010. Disponible en [http://www.presidencia.gub.uy/\\_Web/MEM\\_2008/MGAP\\_2.pdf](http://www.presidencia.gub.uy/_Web/MEM_2008/MGAP_2.pdf)
145. VIGNALE, B.; CABRERA, D.; NEBEL, J.P.; LOMBARDO, P. 2010. Base de datos de especies exóticas e invasoras en Uruguay (InBUy): instrumento de gestión local para una problemática ambiental global. In: Seminario Biodiversidad. Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad. (2010, Piriápolis). Ponencias. Montevideo, Tradinco. pp. 26- 28.
146. YUNLONG, C.; SMIT, B. 1994. Sustainability in agriculture; a general review. Agriculture, Ecosystems and Environment. 49: 299-307.
147. ZANONIANI, R.; BOGGIANO, P. 2007. Malezas sobre campo natural y mejoramientos. (en línea) In: Jornada Intercrea en Malezas (2007, Florida). Ponencias. s.n.t. s.p. Consultado 25 oct. 2010. Disponible en <http://www.fucreea.org/userfiles/informacion/items/121.pdf>

## 9. ANEXOS

Las entrevistas individuales fueron hechas a los Ings. Agrs. Pablo Soca y Pablo Boggiano y a la Lic. Alice Altesor. Al taller concurren los Ings. Agrs. Fabiana Pezzani, Marcelo Pereira y Ricardo Rodríguez.

El taller de discusión contó con la presencia de los estudiantes Diego Cáceres, Javier Villa, Gerónimo Cardozo y Marcello Martinelli; el Ing. Agr. Santiago Scarlato, y los investigadores Ings. Agrs. Mercedes Rivas, Pablo Modernell, Pablo Boggiano, Ramiro Zanoniani, Ricardo Rodríguez, Martín Jaurena y el productor Daniel Picasso. Además se recogieron las opiniones de los Ings. Agrs. Marcelo Pereira y César Ceroni vía correo electrónico. A todos se les entregó (ó se hizo llegar vía correo electrónico) el siguiente formulario

Atributo	Indicador	¿El indicador es útil?	Escala	Valor	¿La escala es apropiada?	Comentarios sobre el indicador y la escala	Comentarios sobre el método de medición
productividad	altura de la pastura (cm)	si	más de 5 entre 2,5 y 5,0 menos de 2,5	1	si		
		no		2	no		
	% de cobertura de suelo	si	alto (más de 90) medio (50 -75) bajo (menos de 50)	1	si		
		no		2	no		
		no		3	no		
	contribución en biomasa de especies tiernas y finas	si	más de 70% 50 - 70 % menos de 50%	1	si		
no		2		no			
	Otro indicador:			3			
estabilidad	grado de erosión edáfica	si	ausencia de signos laminares (no encauzada) canaliculos, surcos o cárcavas( más de 20 cm de profundidad)	1	si		
		no		2	no		
		no		3	no		
	calidad de agua	si	0 a 2 mg L <sup>-1</sup> 2 a 10 mg L <sup>-1</sup> más de 10 mg L <sup>-1</sup>	1	si		
		no		2	no		
		no		3	no		
% de cobertura del área con hierbas enanas	si	menos de 10% entre 15 y 40% más de 40%	1	si			
	no		2	no			
	Otro indicador:			3			

Atributo	Indicador	¿El indicador es útil?		Escala	Valor	¿La escala es apropiada?		Comentarios sobre el indicador y la escala	Comentarios sobre el método de medición
		si	no			si	no		
resiliencia	riqueza funcional	si	no			si	no		
	% de especies perennes			más de 90%	1				
		si	no	entre 80 y 90%	2	si	no		
				menos de 80%	3				
	Otro indicador:								
confiabilidad adaptabilidad	% de especies gramíneas estivales	si	no	menos de 60	1				
				entre 60 y 80	2	si	no		
			más de 80	3					
	presencia de pastos finos	si	no	si	1	si	no		
				no	3				
	carga			0,8 a 0,95	1				
		si	no	0,6 a 0,8	2	si	no		
				más de 0,95	3				
	Otro indicador:								

Nombre:

Correo electrónico:

Teléfono:

Seleccione la opción principal: Investigador

Estudiante

Productor

Ing. Agr. en ejercicio

A continuación se presentan las respuestas para cada atributo, entre paréntesis se incluye el número de formularios que incluyeron dicha respuesta

## PRODUCTIVIDAD

Indicador	¿El indicador es útil?		Escala	Valor	¿La escala es apropiada?	
	si	no			si	no
altura de la pastura (cm)	si (2)	no (0)	más de 5 entre 2,5 y 5,0 menos de 2,5	1 2 3	si (0)	no(0)
% de cobertura de suelo	si (4)	no (0)	alto (más de 90) medio (50 -75) bajo (menos de 50)	1 2 3	si (2)	no (0)
contribución en biomasa de especies tiernas y finas	si (3)	no (0)	más de 70% 50 - 70 % menos de 50%	1 2 3	si (0)	no (1)

## Comentarios

### Altura

#### Estudiantes

*"altura de todos los potreros, situación del establecimiento"*

*"teniendo en cuenta los comentarios realizados"*

#### Ing Agr.

*"tal vez sea el principal indicador para ese atributo, teniendo en cuenta la facilidad de medida y la que dice. Lo ideal sería tener un valor promedio del predio representativo de una estación"*

#### Investigador

*"lo ataría a resiliencia, como indicador de sobrepastoreo. En medición consideraría presencia de doble estructura"*

*"la altura de la pastura es el resultado de crecimientos acumulados que se regula con el sistema de pastoreo, sino se lo referencia con los kilos de carne (asignación u oferta de forraje por kilos de peso vivo) no aportará mayores datos. Igualmente la misma altura en pasturas son diferentes rendimientos según la estructura de la pastura y la estación"*

## **% cobertura de suelo**

### Ing Agr.

*"muy parecido al anterior, priorizaría la altura. Igual la cobertura se estima muy fácil, por lo que se pueden hacer las dos"*

### Investigador

*"este tema me parece de importancia. No obstante hay que referirlo a situaciones potenciales de cada tipo de pasturas. Es decir en un suelo superficial el 70 % es excelente y en uno profundo de basalto es muy malo. Poner valor exacto con un número mínimo de muestreos (30) con cuadros"*

## **Contribución en biomasa de especies tiernas y finas**

### Ing Agr en ejercicio

*"me queda la duda, como indicador sería excelente, tuve la experiencia de intentar estimar esto en varios predios ganaderos y caso enloquezco (y me considero bastante fanático del tema)...pero me superó. Por lo menos si uno quiere relevarlo en dos o mas estaciones"*

### Investigador

*"escala errada, menos de 50% debería abrirse 50-30; 10-30; menos de 10%"*

*"no creo que ningún técnico de campo vaya a hacer contribución de biomasa mediante el botanal. Tiene que ser algo más simple"*

## **Otro indicador**

### Estudiantes

*"creo que la contribución de otras especies ponderadas es interesante"*

### Investigador

*"kgs Ms/ha en los últimos 10 años"*

*"ensuciamiento"*

## ESTABILIDAD

grado de erosión edáfica	si (4)	no (0)	ausencia de signos laminar (no encauzada) canalículos, surcos o cárcavas( más de 20 cm de profundidad)	1 2 3	si (2)	no (0)
calidad de agua	si (2)	no (0)	0 a 2 mg L <sup>-1</sup> 2 a 10 mg L <sup>-1</sup> más de 10 mg L <sup>-1</sup>	1 2 3	si (0)	no (0)
% de cobertura del área con hierbas enanas	si (5)	no (0)	menos de 10% entre 15 y 40% más de 40%	1 2 3	si (2)	no (0)

### Comentarios

#### Grado de erosión edáfica

##### Estudiantes

*"hay que tomar también tipo de suelo y topografía, ya que se puede deber no sólo a inestabilidad del potrero en cuestión, sino agentes externos"*

##### Ing Agr.

*"tal vez esto sea difícil de detectar, a no ser que esté ocurriendo en ese momento preciso y con gran intensidad"*

##### Investigador

*"está bueno y simple, no obstante la cobertura vegetal es un síntoma anterior"*

#### Calidad del agua

##### Estudiantes

*"en lugares puntuales"*

##### Investigador

*"creo que es un indicador útil pero no me cierra con la escala de aplicación de la propuesta. Pregunta es agua de pozo?. Si se evalúa a nivel de curso de agua, quizás turbidez (visual) puede dar un resultado no muy diferente"*

*"Incluye cañadas, arroyos, tajamares? O a nivel región?. Muestras? Quién hace esto? No puede existir el nivel 0?"*

*"si hay que hacer análisis no creo que se haga"*

## **% de cobertura del área con hierbas enanas**

### Ing Agr

*"estoy de acuerdo"*

### Investigador

*"está mal, en suelos superficiales muchas veces la estabilidad está dada por hierbas y malezas enanas que tienen estructuras subterráneas (xilopodios, rizomas, tubérculos) que permiten sobrevivir a disturbios como las secas y fuegos"*

## **Otros indicadores**

### Estudiantes

*"porcentaje de malezas exóticas"*

*"especies foráneas"*

*"otras malezas y no malezas agresivas (el: lotus rincón)"*

### Investigador

*"porcentaje de cobertura por malezas de campo sucio"*

*"porcentaje de suelo desnudo, porcentaje de exóticas (cynodon, senecio, capín)"*

*"oferta de forraje por kilo de peso vivo"*

## **RESILIENCIA**

riqueza funcional	si (0)	no (0)			i	
% de especies perennes	si (2)	no (0)	más de 90%	1		
			entre 80 y 90%	2	si (1)	no (0)
			menos de 80%	3		

## **Comentarios**

### **% de especies perennes**

#### Estudiantes

*"no sólo el porcentaje sino también la distribución dentro de éste, que no sea sólo una la dominante"*

#### Ing. Agr.

*"creo que es similar en cuanto a la complejidad con respecto a los tipos productivos. Esta tiene la desventaja de variar mucho entre estaciones del año. En caso de tener la posibilidad de un muestreo detallado, yo priorizaría los tipos productivos"*

## Otro indicador

Investigador  
"semillazón"

## CONFIABILIDAD-ADAPTABILIDAD

% de especies gramíneas estivales	si (2)	no (0)	menos de 60 entre 60 y 80 más de 80	1 2 3	si (1)	no (0)
presencia de pastos finos	si (3)	no (0)	si no	1 3	si (2)	no (0)
Carga	si (3)	no (0)	0,8 a 0,95 0,6 a 0,8 más de 0,95	1 2 3	si(0)	no (1)

## Comentarios

### % de especies gramíneas estivales

Estudiantes

"que es lo otro. Para saber lo que es bueno"

Ing. Agr

"similar a lo comentado para tiernas y finas"

Investigador

"me parece que la escala no es la correcta"

### Carga

Estudiantes

"escala de acuerdo al potencial del campo"

"ojo en llevar la carga a unidades genaderas, debido a que no es lo mismo según la relación lanar/vacuno"

Ing. Agr.

"sería imprescindible incorporarlo, creo yo. Tal vez sea un poco discutible la escala. Yo me inclinaría por premiar dotaciones mas bajas 0,8 creo yo. Pero hay poca evidencia experimental"

Investigador

"debería ajustarse a la capacidad de carga del campo"

"bajar la escala"

*“la carga se debe referir a la capacidad de carga de cada situación de los contrario sirve de poco y las referencia depende de cada situación, es imposible emparejar a todos”*

### **Otro indicador**

#### Investigador

*"porcentaje de gramíneas invernales"*

*"hay que mostrar todos los indicadores, al menos por atributo, para discutir globalmente y que no se piense que la sustentabilidad pasa por un sólo indicador"*

*“carga en relación a capacidad de carga”*

### **Comentarios de la propuesta vía correo electrónico de un técnico en ejercicio:**

*“Los campos naturales de las lomadas del Este tienen una amenaza muy seria que es la presencia y avance de la gramilla (*Cynodon dactylon*). Su presencia es generalizada y ante cualquier disturbio del tapiz (fertilizaciones, mejoramientos, sobrepastoreo, pisoteo, etc) la tolerancia de esta especie y su agresividad la hacen dominante, con pérdida irreversible de la diversidad de especies y disminución marcada en la aptitud de uso del tapiz natural. Además, después de instalada, la gramilla es incontrolable con medidas de manejo, habiendo que recurrir muchas veces al uso de herbicida e inclusión de rotaciones con cultivos o verdeos.*

*Por lo anterior me parece importante incluir el porcentaje de suelo cubierto con gramilla como un indicador más de estabilidad (capaz que ya está incluido y no lo percibí en una lectura rápida que hice del documento que me llegó adjunto). También me parece importante el mayor conocimiento de la dinámica y causas de invasión de esta especie”.*